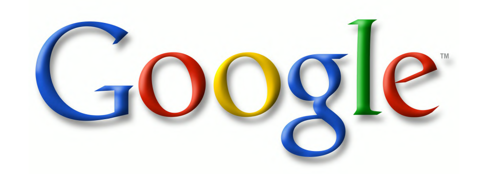


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

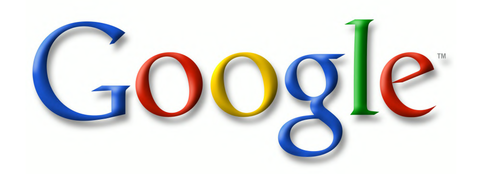
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



H38.3



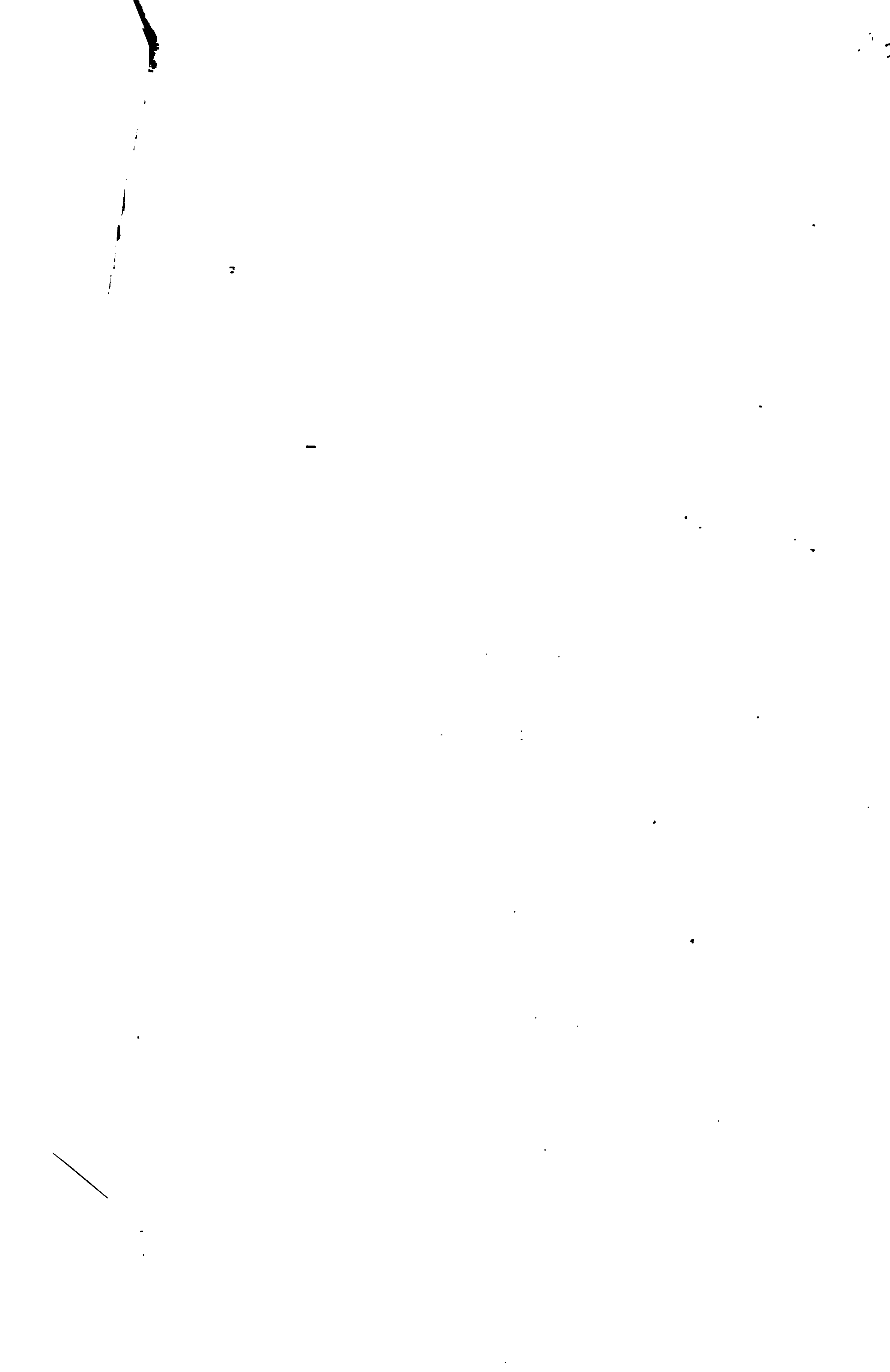
HARVARD UNIVERSITY

Mineralogical Laboratory,

UNIVERSITY MUSEUM.

Transferred to
CABOT SCIENCE LIBRARY
June 2005









TN
255
B5
1903

24364

Lehre

von den

Erzlagerstätten

von

Dr. Richard Beck
Professor der Geologie und Lagerstättenlehre
a. d. Kgl. Bergakademie zu Freiberg

Zweite, neu durchgearbeitete Auflage

Mit 257 Figuren und einer Gangkarte

Berlin
Verlag von Gebrüder Borntraeger
SW 11 Dessauerstrasse 29
1903

H 38,3

APR 25 1905

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung, vorbehalten

Neu-Ruppin, Buchdruckerei von E. Buchbinder (H. Duske).

Richard Beck

Lehre von den Erzlagerstätten

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage.

Als die Vorträge über Lagerstättenlehre an der Königlichen Bergakademie zu Freiberg mir übertragen worden waren, wurde ich gar bald inne, wie sehr Lehrer sowohl wie Schüler dieser Wissenschaft ein dem heutigen Stande derselben entsprechendes Lehrbuch in deutscher Sprache vermissen. Hieraus entsprang der Plan, selbst jene Lücke auszufüllen, und alle Studien und Reisen, alle Niederschriften, Auszüge und Erkundigungen wurden fortan mit diesem Ziele vor Augen ausgeführt. Zugleich bot die umfassende, von A. W. Stelzner so gründlich durchgearbeitete und nach seinem Tode stark vermehrte und von neuem durchgesehene Lagerstättensammlung der Bergakademie eine vortreffliche Grundlage, auf der allmählich das Werk aufgebaut werden konnte.

Durch viele Reisen und Grubenbefahrungen versuchte der Verfasser von allen zu beschreibenden Lagerstättentypen eigene Anschauung zu gewinnen. Dankbar war er sich hierbei der steten Anregung und Förderung bewusst, die der Wohnsitz und die amtliche Thätigkeit in der alten Bergstadt, der ununterbrochene Verkehr mit befreundeten Collegen aus den wissenschaftlichen Nachbargebieten und die vielen Berührungen mit erfahrenen Männern der Praxis gewähren mussten. Auch die engen Verbindungen mit ausländischen Bergrevieren durch alte Freiberger Bergingenieure, die kommen und gehen und selten mit leeren Händen kommen, waren einer solchen Arbeit höchst förderlich. Ebenso dankbar wurde die Schulung im praktischen geologischen Arbeiten empfunden, die der Verfasser als die Frucht einer zwölfjährigen Dienstzeit an der Kgl. sächsischen geologischen Landesanstalt unter dem von ihm hoch verehrten Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. H. Credner in das neue Amt mitbringen durfte.

Seit B. v. Cotta's Lagerstättenlehre erschien, ist der zu bewältigende Stoff ganz riesenhaft angeschwollen. Man denke nur allein an

die seither zugewachsene, damals nur erst in ihren Anfängen vorhandene, jetzt so überaus grossartige und werthvolle amerikanische Litteratur auf diesem Gebiete. Eine Unzahl von Veröffentlichungen musste eingesehen und verarbeitet, ihr Inhalt mit den Belegstücken der Sammlung verglichen werden. Wer den Umfang der Lagerstättenlitteratur nur einigermassen kennt, wird es entschuldigen und erklärlich finden, wenn dies und jenes trotz allen guten Willens vergessen werden konnte. Für alle freundlichen Belehrungen, die künftige Verbesserungen ermöglichen, besonders auch für Uebersendung von Publicationen werde ich stets dankbar sein. Eine Lückenhaftigkeit wird man namentlich bei den statistischen Notizen finden, die in diesem Werke den Zweck haben, eine Vorstellung von der Grösse der Erzlagerstätten und daneben auch von deren ökonomischer Bedeutung zu erleichtern.

Zu grossem Danke verpflichtet bin ich Allen, die mich durch Beantwortung von Fragen, durch Sendungen von Litteratur und Belegstücken, durch Ueberlassung von Notizen und Skizzen in so uneigennütziger Weise unterstützt haben, ganz besonders auch meinem Collegen, Herrn Professor Uhlich, der mir den Abschnitt über die markscheiderische Ausrichtung von Verwerfungen lieferte, Herrn Bergingenieur H. Oehmichen, der mir bei der Ausarbeitung des Abschnittes über die Siebenbürgischen und Banater Lagerstätten behülflich war, und Herrn Privatdocent Bauinspector Hoyer in Hannover für eine Ausarbeitung über die Eisenerze der Gegend von Ilsede und Salzgitter. Dem Herrn Verleger endlich verdanke ich das opferwilligste Entgegenkommen bei der Ausstattung des Buches.

So wünsche ich denn dieser Arbeit eine nachsichtige Beurtheilung und gebe sie hinaus mit einem hoffnungsreichen

Glückauf!

Freiberg, im Juni 1900.

Dr. Richard Beck.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Dass es schon nach drei Jahren möglich und nothwendig war, eine zweite Auflage dieses Werkes hinaus zu senden, die zugleich mit einer französischen Uebersetzung (im Verlag von Béranger, Paris) erscheint, hat den Verfasser mit Freude erfüllt. Er war sich aber auch der grossen Verantwortlichkeit bewusst, die ihm hierbei auferlegt war, und ist ernstlich bestrebt gewesen, den Inhalt eines Buches, das vielfach als Lehrbuch dient, einer kritischen Nachprüfung zu unterwerfen. Auch bemühte er sich möglichst alle seit der ersten Auflage erschienenen wichtigeren Veröffentlichungen auf dem weiten Gebiete der Erzlagerstättenforschung zu berücksichtigen.

Die Anordnung des Stoffes musste mehrfach in Folge besserer Erkenntniss der genetischen Vorgänge abgeändert werden. Auch stilistisch wurde an vielen Stellen nachgefeilt. Mehrere Abbildungen wurden verbessert oder durch andere ersetzt. Eine grosse Zahl neuer Beispiele in zum Theil ausführlicherer Schilderung kamen hinzu.

Inzwischen vermochte der Verfasser seine Reisen zu eigenen Studien fortzusetzen und in dem Werke zu verwerthen. Er sah die wichtigsten Erzreviere auf Elba und in Toskana und schloss die monographische Bearbeitung mehrerer sächsischer Lagerstätten ab. Endlich konnte er viele seither eingegangene, reiche und interessante Zusendungen von Belegstücken aus auswärtigen Grubendistricten, die er grössten Theils alten Freibergern verdankt, in der zweiten Auflage berücksichtigen.

Die Litteratur ist seit 1900 wieder gewaltig angeschwollen. Mit grosser Freude gedenkt hierbei der Verfasser auch einer Anzahl von Veröffentlichungen seiner ehemaligen Schüler. Die Publicationen, die ihm in dankenswerther Weise von Seiten der Fachgenossen zugingen, waren so zahlreich und vielfach so inhaltsreich, dass die Zeit kaum hinreichte, um dies weitschichtige Material zu bewältigen.

Um den Umfang des Buches trotz der starken Erweiterung seines Inhaltes nicht zu vergrössern, musste theilweise kleiner Druck in Anwendung kommen.

Aufrichtigen Dank stattet der Verfasser allen denen ab, die ihn durch ergänzende Mittheilungen und durch Angabe einer Anzahl von Irrthümern innerhalb der ersten Auflage zu unterstützen die Güte hatten.

Freiberg, im Mai 1903.

Dr. Richard Beck.

Dem

Nestor des sächsischen Erzbergbaues,
dem unermüdlichen wissenschaftlichen Erforscher
und Monographen der sächsischen Erzlagerstätten

Herrn Oberbergrath

Hermann Müller

in aufrichtiger Verehrung

gewidmet.

Inhalt.

Einleitung.

Erster Abschnitt.

Magmatische Ausscheidungen.

Zweiter Abschnitt.

Erze als Sedimentgesteine.

I. Sedimentäre Eisenerzlagerstätten.

II. Nicht gangförmige epigenetische Erzlagerstätten innerhalb von geschichteten Gesteinen.

[1]) Im Text irrthümlich mit 6. eingestellt.

Seite

Vierter Abschnitt.

Secundäre Lagerstätten.

Fünfter Abschnitt.

Allgemeine Winke für die Aufsuchung von Erzlagerstätten.

Einleitung.

Begriffliche Bestimmung der Lehre von den Erzlagerstätten.

Rein mineralogisch versteht man unter Erzen metallhaltige Mineralien oder Gemenge von solchen, wobei stillschweigend vorausgesetzt wird, dass der Metallgehalt nicht unter eine gewisse, für jede besondere Mineralgruppe zu bestimmende Grenze hinab sinkt. Für unsere Zwecke jedoch muss der Begriff eines Erzes in der Weise ergänzt werden, dass nur solche Mineralien und Mineralgemenge als Erze gelten dürfen, aus denen man im Grossen und auf Gewinn bringende Weise Metalle oder Metallverbindungen herstellen kann.

Zwei mineralogisch oder petrographisch vollkommen gleichwerthige Vorkommnisse können sich hiernach verschieden verhalten: ein Basalt, der so viel Magnetit führt, dass er die Magnetnadel beeinflusst, aber doch immerhin weniger als 10 % Eisen enthält, ist noch lange kein Eisenerz. Dahingegen ist ein Gang mit nur 0,5 % Silbergehalt ein Erzvorkommen, da er bei diesem Gehalte bauwürdig ist. Ja, bei einem Goldvorkommnis wird die untere Grenze, von welcher ab man von einem Golderz gegenüber einem tauben Gestein im praktischen Sinne sprechen kann, noch tiefer hinabrücken, denn in Californien und Dakota macht man noch Golderze mit nur 7—9 g Gold pro t zu Gute. Es ist also immer der praktische Gesichtspunkt im Auge zu behalten, die Verwerthbarkeit, ein Begriff, der natürlich im Laufe der Zeit Verschiebungen erfahren kann. Waren Nickel und Kobalt früher Schimpfnamen für Massen, die man als unbrauchbar und bei der Silbergewinnung nur lästig über die Halde stürzte, so gelten heute deren natürliche Verbindungen nebst den damit verwachsenen Begleitmineralien als gesuchte Erze.

Bis zu einem gewissen Grade ist sogar eine Masse an dem einen Orte ein Erz, an dem anderen keines, da eine Verwerthbarkeit oft erst durch unmittelbare Nähe von Verkehrswegen bedingt wird.

Die Lehre von den Lagerstätten der Erze ist, in ausführlicherer Form erklärt, die Lehre von der Lagerung, Verbreitung und Entstehung solcher Theile der Erdkruste, die Erze in so grosser Menge enthalten, dass diese im Grossen und ökonomisch nutzbringend auf bergmännische Weise daraus gewonnen werden können.

Die Lehre von den Erzlagerstätten ist ein Zweig der Geologie und kann nur von Solchen verstanden und weiter ausgebildet werden, die diese Wissenschaft bis zu einem gewissen Grade beherrschen. Namentlich werden gründliche Kenntnisse in der Petrographie vielfach vorausgesetzt werden müssen, wie andererseits selbstverständlich solche in der Mineralogie und Chemie.

Die wichtigste zusammenfassende Litteratur über die Lehre von den Erzlagerstätten und die wichtigsten periodischen Publicationen als Quellen für dieselbe.

Bernhard von Cotta. *Die Lehre von den Erzlagerstätten.* 2 Theile. 1. Theil in zweiter Auflage, 2. Theil vergriffen. Freiberg 1859—1861 (von F. Prime ins Englische übersetzt). Jetzt vielfach veraltet.

Albrecht von Groddeck. *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze.* Leipzig 1879 (von M. Küss ins Französische übersetzt). Vergriffen und vielfach veraltet.

E. Fuchs et L. De Launay. *Traité des Gîtes Minéraux et Métallifères.* I. et II. Tome. Paris 1893. Grosses Handbuch.

L. De Launay. *Formation des Gîtes Métallifères.* Paris 1893. Encycl. scientif. des Aide-Mémoires. Kleiner Leitfaden.

J. A. Phillips and H. Louis. *A Treatise on Ore Deposits.* II. Ed. London 1896. Lehr- und Handbuch.

J. F. Kemp. *The Ore Deposits of the United States and Canada.* III. Ed. New York and London 1900.

D'Achiardi. *I metalli, loro minerali e miniere.* Milano 1883.

Zeitschrift für praktische Geologie, mit besonderer Berücksichtigung der Lagerstättenkunde. Herausgegeben von M. Krahmann, Berlin.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Herausgegeben im Ministerium für Handel und Gewerbe in Berlin.

Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Wien.

Jahrbuch der k. k. österreichischen Bergakademien.

Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreiche Sachsen. Freiberg.

Berg- und Hüttenmännische Zeitung. Herausgegeben von G. Köhler (Clausthal). Leipzig.

Transactions of the American Institute of Mining Engineers. New York.

Mining Journal. London. — *Transactions of the Institution of Mining Engineers.* London.

Annales des Mines. Paris.
Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Stockholm.
Bergjournal. St. Petersburg (russisch).
Revista minera periódico cientifico é industrial. Madrid.

Von Lehrbüchern der Geologie im Allgemeinen, die auch die Erzlagerstätten eingehender berücksichtigen, sei besonders hervorgehoben:

H. Credner. *Elemente der Geologie.* 9. Auflage. Leipzig 1903.
M. Neumayr. *Erdgeschichte.* II. Auflage. Leipzig 1900.

Viele Aufsätze über Erzlagerstätten sind auch in den allgemein-geologischen periodischen Schriften zerstreut, besonders in der

Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin, dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, Stuttgart, und
Tschermak's *Mineralog. u. petrograph. Mittheilungen,* Wien.

Ueber die laufende Litteratur der Lehre von den Erzlagerstätten referiert das *Geologische Centralblatt.* Anzeiger für Geologie, Petrographie, Palaeontologie und verwandte Wissenschaften. Leipzig. Gebr. Borntraeger.

Die statistischen Angaben über einzelne Erzreviere der ganzen Welt findet man am besten zusammengestellt in dem jedes Jahr erscheinenden Werke:

The Mineral Industry. New York and London. The Scientific Publishing Co. (enthält auch Beschreibungen einzelner Lagerstätten).

Die Eintheilung der Erzlagerstätten.

Einen geschichtlichen Abriss der verschiedenen Versuche einer Eintheilung der Erzlagerstätten verdanken wir J. F. Kemp[1]), dessen Angaben hier nur wenig ergänzt zu werden brauchen.

Wie der praktische Bergmann noch heute seine Lagerstätten in erster Linie nach deren räumlichen Verhältnissen benennt und eintheilt, so thaten dies auch die ersten wissenschaftlichen Beschreiber. Waldauf von Waldenstein[2]) [1824] und B. von Cotta[3]) [1859], später auch Lottner-Serlo[4]) [1869] und ganz neuerdings wieder H. Höfer[5]) [1897] benutzten lediglich morphologische Verhältnisse für die Gruppierung. J. D. Whitney[6]) [1854], J. Grimm[7]) [1869], J. S. Newberry [1880] und J. A. Phillips[8]) [1884] legten auch auf die Entstehungsweise Gewicht. Ein

---

[1]) J. F. Kemp. *The classification of ore deposits.* A review and a proposed scheme based on origin. Contrib. from the geol. dep. of Columbia College, No. 5. New York.

[2]) J. Waldauf von Waldenstein. *Die besonderen Lagerstätten der nutzbaren Mineralien.* 2 Bde. Wien 1824.

[3]) B. von Cotta. *Lehre von den Erzlagerstätten.* 2 Bde. Freiberg 1859.

[4]) E. H. Lottner und A. Serlo. *Leitfaden zur Bergbaukunde.* 3 Bde. Berlin 1869–1872.

[5]) H. Höfer in der Z. f. pr. G. 1897.

[6]) J. D. Whitney. *The metallic wealth of the United States.* Philadelphia 1854.

[7]) J. Grimm. *Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien.* Prag 1869.

[8]) J. A. Phillips. *A Treatise on Ore Deposits.* I. Ed. London 1884.

vorwiegend genetisches System dagegen führte A. von Groddeck[1]) [1879] ein ui verfocht dieses Princip von Neuem in seinem Aufsatze vom Jahre 1885[2]). Re genetisch verfuhren H. S. Monroe und J. F. Kemp[3]), F. Pošepny[4]), G. Gürich und Ch. R. Keyes[6]).

Auch das von A. W. Stelzner in seinen Verlesungen gebrauchte, damals ii Programm der Freiberger Bergakademie kurz angegebene und von ihm bei der Au stellung der dortigen Lagerstättensammlung angewandte System war ein rein gen tisches. Unter den neuesten Schriftstellern schliesslich hat J. H. L. Vogt auf diese Gebiete vieles wichtige Material zu einer wissenschaftlichen Classification geliefer besonders in seinem Aufsatze vom Jahre 1894[7]).

Unter vielfacher Anlehnung an das Stelzner'sche System haben wir den folgenden Werke die nachstehende Eintheilung zu Grunde gelegt:

Eintheilung der Erzlagerstätten.

(Vergleiche auch das Register.)

I. Primäre Lagerstätten.

A. Syngenetische, d. s. gleichzeitig mit dem Nebengestein entstandene Lagerstätten.

1. *Magmatische Ausscheidungen*, z. B. Magneteisenerze in Orthoklasporphyren.
2. *Erze als Sedimentgesteine*, theils noch annähernd in demselben Zustand, wie zur Zeit ihrer Ablagerung, z. B. Raseneisenerze, theils metamorphischen Processen unterworfen gewesen, wie die Magneteisenerze des krystallinen Schiefergebirges.

B. Epigenetische, d. s. nach ihrem Nebengestein entstandene Lagerstätten.

1. *Erzgänge*, d. s. Ausfüllungen von Spalten und verwandte Bildungen, wie Zinnerzgänge, bei denen mit der Spaltenausfüllung auch Verdrängungsvorgänge im Nebengestein Hand in Hand gingen.

---

[1]) A. von Groddeck. *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze.* Leipzig 1869.

[2]) — —. *Bemerkungen zur Classification der Erzlagerstätten.* B.- u. H.-Z. 1885, S. 217.

[3]) J. F. Kemp. *The Ore Deposits of the United States.* New York 1893.

[4]) F. Pošepny. *Die Genesis der Erzlagerstätten.* Jahrb. d. k. k. österr. Bergakademien. Wien 1895. (Englisch, New York, schon 1893.)

[5]) G. Gürich. *Ueber die Eintheilung der Erzlagerstätten.* Schlesische Ges. f. vaterl. Kultur. Breslau, Febr. 1899.

[6]) Ch. R. Keyes. *Origin and Classification of Ore-Deposits.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, p. 320—356.

[7]) J. H. L. Vogt. *Beiträge zur genetischen Classification etc.* Z. f. pr. G. 1894, S. 381.

2. *Nicht gangförmige epigenetische Erzlagerstätten.*

a) Epigenetische Erzlager, d. s. wesentlich durch eine Imprägnation nicht kalkiger Gesteine entstandene Lagerstätten von meist deutlich schichtartiger Lagerungsform.

b) Epigenetische Erzstöcke, d. s. wesentlich durch eine metasomatische Verdrängung von kalkiger Gesteinsmasse entstandene Lagerstätten von meist stock-, nest- oder schlauchförmiger Gestalt, wie die Galmeilagerstätten im Muschelkalk.

c) Contactmetamorphe Erzlagerstätten, d. s. durch den Contactmetamorphismus von Seiten plutonischer Intrusivmassen entstandene Erzlager und Erzstöcke, wie contactmetamorphe Magneteisenerzlagerstätten.

d) Erzhaltige Hohlraumfüllungen, d. s. wesentlich durch eine einfache Füllung präexistirender Höhlungen entstandene Lagerstätten von meist stock- oder schlauchförmiger Gestalt, z. B. die Bohnerzlagerstätten.

II. Secundäre Lagerstätten oder Trümmerlagerstätten,

d. s. aus der Zerstörung und Umlagerung primärer Lagerstätten entstandene Erzansammlungen.

1. *Aeltere Trümmerlagerstätten*, z. B. cretaceische Eisenerze von Ilsede.

2. *Jüngere Trümmerlagerstätten oder Seifen.*

a) Wesentlich durch chemische Einwirkungen auf primäre Lagerstätten entstandene Vorkommnisse oder *eluviale Seifen.*

b) Wesentlich durch mechanische Einwirkungen auf primäre Lagerstätten entstandene Vorkommnisse oder *eigentliche Seifen.*

Tabellarische Uebersicht der wichtigsten Erze.

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Gehalt in Procenten an	
			Gold	anderen Metallen
Golderze.				
Gold, gediegen	tess.	Au, meist (Au, Ag)	. . . .	0,16—39 Ag
Krennerit	rh.	$(Ag, Au)Te^2$	35	—
Nagyagit (Blättererz) . .	rh.	$Au^2Sb^2Pb^{10}Te^6S^{15}$	5,9—7,6	57,2—60,5 Pb
Petzit	rh.	$(Ag, Au)^2Te$	3,3—25,6	40,8—59,6 Ag
Sylvanit (Schrifterz) . . .	mkl.	$AuAgTe^4$	26,5—40,6	2,24—11,3 Ag
Calaverit	trikl.?	$(Au, Ag)Te^2$	—	—

Goldhaltig sind zuweilen: Pyrit, Arsenkies, Kupferkies, Antimonglanz, Zinkblende.

			Silber	
Silbererze.				
Argentit (Silberglanz) . .	tess.	Ag^2S	87,1	—
Bromargyrit	tess.	$AgBr$	57,4	—
Chlorargyrit (Silberhornerz)	tess.	$AgCl$	75,2	—
Embolit	tess.	$Ag(Cl, Br)$	61—69,8	—
Dyskrasit (Antimonsilber)	rh.	Ag^3Sb (?)	63,9—94,1	—
Jodsilber	hex.	AgJ	45,9	—
Polybasit (Eugenglanz, Sprödglaserz z. Th.) . .	mkl.	$SbS^6(Ag, Cu)^9$	64—72	3—10 Cu
Proustit (lichtes Rothgiltigerz)	hex.	AsS^3Ag^3	65,5	—

Bei dieser tabellarischen Uebersicht sind im Allgemeinen nur solche Erze berücksichtigt worden, die ökonomische Bedeutung im Bergbau und Hüttenwesen besitzen oder die für gewisse Lagerstätten besonders charakteristisch sind. Die chemischen Formeln sind der *Tabellarischen Uebersicht der Mineralien* von P. Groth, 4. Aufl., Braunschweig 1898 entnommen, die Gehaltsangaben dem von F. Kolbeck neu herausgegebenen C. F. Plattner'schen *Lehrbuch der Probirkunst mit dem Löthrohre.* Leipzig 1897. Diese Gehaltsangaben berücksichtigen vielfach die Schwankungen in der Zusammensetzung, wie sie in Folge der Beimischung fremder Mineralsubstanzen in der Erfahrung sich gezeigt haben.

Als Leitfaden zum Bestimmen der Erze hat sich am meisten bewährt:

A. Weisbach. *Tabellen zur Bestimmung der Mineralien mittelst äusserer Kennzeichen.* 5. Aufl. Leipzig 1900.

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Gehalt in Procenten an	
			Silber	anderen Metallen
Pyrargyrit (dunkles Rothgiltigerz)	hex.	SbS^3Ag^3	59,8	—
Silber, gediegen	tess.	Ag	90—100	Oft Sb, As, Hg, Co, Fe, Cu u. Au enthaltend
Stephanit (Melanglanz) .	rh.	$Sb^2S^8Ag^{10}$	68,4	—
Stromeyerit (Silberkupferglanz)	rh.	$(Cu, Ag)^2S$	53,1	31,2 Cu

Silberhaltig sind zuweilen: Fahlerz (z. Th.), Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Kupferkies, Kupferglanz.

Platinerze.			Platin	
Platin, gediegen	tess.	Pt	70—90	Fast stets Fe, Cu, Rh, Ir, Pd u. Os enthaltend.

Platinhaltig: Platinmetalle, wie Iridium, Osmiridium u. a.

Quecksilbererze.			Quecksilber	
Cinnabarit (Zinnober) . .	hex.	HgS	86,2	—
Quecksilber, gediegen . .	—	Hg	—	—
Quecksilberhaltiges Erz: Quecksilberfahlerz.			15,6—17,3	—

Bleierze.			Blei	
Anglesit	rh.	$PbSO^4$	68,3	—
Boulangerit	(rh.)	$Sb^4S^{11}Pb^5$	53,9—59,5	—
Bournonit	rh.	$Sb^2S^6Pb^2Cu^2$	42,3	—
Cerussit (Weissbleierz) . .	rh.	$PbCO^3$	77,6	—
Galenit (Bleiglanz) . . .	tess.	PbS	86,6	—
Jamesonit (Federerz) . .	rh.	$Sb^2S^5Pb^2$	50,6	—
Mimetesit (Grün-, Braunbleierz z. Th.)	hex.	$[AsO^4]^3ClPb^5$	69,5	—
Phosgenit (Bleihornerz . .	tetr.	$CO^3[PbCl]^2$	73,8	—
Pyromorphit (Grün-, Braunbleierz z. Th.)	hex.	$[PO^4]^3ClPb^5$	76,2	—
Wulfenit	tetr.	$PbMoO^4$	55,8	—
Krokoit (Rothbleierz) . .	mkl.	$PbCrO^4$	64,6	—

Kupfererze.			Kupfer	
Atakamit	rh.	$Cu[OH]Cl \cdot Cu[OH]^2$	52,7—59,4	—
Azurit (Kupferlasur) . .	mkl.	$[CO^3]^2Cu[Cu \cdot OH]^2$	55,2	—
Bournonit	rh.	$Sb^2S^6Pb^2Cu^2$	13,0	42,3 Pb

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Gehalt in Procenten an	
			Kupfer	anderen Metallen
Bornit (Buntkupferkies) .	tess.	Cu^3FeS^3	43—63,4	—
Brochantit	rh.	$SO^4[Cu\cdot OH]^2\cdot 2\,Cu[OH]^2$	56,1	—
Chalkopyrit (Kupferkies) .	tetr.	$CuFeS^2$	34,5	—
Chalkosin (Kupferglanz) .	rh.	Cu^2S	79,8	—
Chrysokoll (Kieselkupfer) .	—	$SiO^3Cu\cdot 2\,H^2O$	33,9	—
Covellin (Kupferindig) . .	hex.	CuS	66,4	—
Cuprit (Rothkupfererz) . .	tess.	Cu^2O	88,7	—
Enargit	rh.	AsS^4Cu	48,2	—
Famatinit	rh.	SbS^4Cu	43,2	—
Fahlerz (Tetraëdrit) . . .	tess.	$\left\{\begin{matrix}As^2S^7(Cu^2, Fe, Zn)^4\\ Sb^2S^7(Cu^2, Ag^2, Fe, Zn)^4\end{matrix}\right\}$	13—43	0—31 Ag 0,5—17,2 Hg
Kupfer, gediegen	tess.	—	—	—
Malachit	mkl.	$CO^3[Cu\cdot OH]^2$	57,4	—
Tennantit (Fahlerz z. Th.)	tess.	$As^2S^7(Cu^2)(Fe, Zn)^2$	47,7—51,6	—

Kupferhaltig sind zuweilen: Pyrit, Magnetkies.

Nickelerze.			Nickel	
Annabergit (Nickelblüthe)	mkl.	$Ni^3As^2O^8 + 8\,aq.$	29,2	—
Chloanthit (Weissnickelkies z. Th.)	tess.	$NiAs^2$	28,2	Co-haltig
Garnierit (auch Pimelith, Numëit u. a)	—	$SiO^4(Ni, Mg)H^2 + aq.$	3—33	—
Gersdorffit (Graunickelkies)	tess.	$(Ni\,Fe)AsS$	30—35,1	—
Linnëit	tess.	$[(Ni, Co, Fe)S^2]^2(Ni, Co)$	14,6—42,6	11—40,7 Co
Nickelin (Rothnickelkies) .	hex.	$NiAs$	43,6	—
Röttisit	(amorph.)	$Si^3O^{10}Ni^3H^4$	39,1	—
Ullmannit (Antimonnickelglanz)	—	$NiSbS$	27,6	—

Nickelhaltig sind zuweilen: Magnetkies, Pyrit.

Kobalterze.			Kobalt	
Asbolan (Schwarzer Erdkobalt	(amorph.)	MnO^2, CoO, CuO, H^2O	c. 19,4	—
Erythrin (Kobaltblüthe) .	—	$Co^3As^2O^8 + 8\,aq.$	29,5	—
Glaukodot	rh.	$(Fe, Co)(As, S)^2$	4,5—24,8	—
Kobaltin (Glanzkobalt) . .	tess.	$(Co, Fe)AsS$	35,5	—
Linnëit (Kobaltkies) . . .	tess.	$[(Ni, Co, Fe)S^2](Ni, Co)$	11—40,7	14,6—42,6 Ni
Skutterudit (Tesseralkies) .	tess.	$CoAs^3$	20,8	—
Smaltin (Speiskobalt) . .	tess.	$(Co, Fe, Ni)(AsS)^2$	bis c. 23	—

Kobalthaltig sind zuweilen: Magnetkies, Weissnickelkies, Graunickelkies, Arsenk es, Kobaltarsenkies, Danait.

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Gehalt in Procenten an	
			Eisen	anderen Metallen
Eisenerze.				
Chamoisit	—	FeO, MgO, Al^2O^3, SiO^2, H^2O	33—47	—
Hämatit (Rotheisenerz, Eisenglanz)	hex.	Fe^2O^3	70	—
Ilmenit (Titaneisenerz) . .	hex.	TiO^3Fe	20,6—68	—
Limonit	rh.	$Fe^4O^3[OH]^6$	59,9	—
Magnetit	tess.	$[FeO^2]^2Fe$	72,4	—
Titanomagnetit	tess.	$[(FeTi)O^2]^2Fe$	—	—
Siderit (Spatheisenstein) .	hex.	$FeCO^3$	48,2	—

Mit anderen Substanzen gemengte Eisenerze:
Thoniger Sphärosiderit = Eisencarbonat + Thon.
Kohleneisenstein (Blackband) = Eisencarbonat + Kohle.

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Eisen	anderen Metallen
Eisenreiche Kiese.				
Arsenopyrit (Arsenkies) .	rh.	$FeAsS$	34,3	—
Chalkopyrit (Kupferkies) .	tetr.	$CuFeS^2$	30,5	—
Magnetopyrit (Magnetkies)	hex.	Fe^nS^{n+1}	60—61,6	—
Markasit	rh.	FeS^2	46,6	—
Pyrit	tess.	FeS^2	46,6	—
Chromerze.			Chrom	
Chromeisenerz	tess.	$[(Co, Fe)O^2]^2(Fe, Cr)$	40—60, meist nur 40—53	15—25 FeO
Manganerze.			Mangan	
Braunit	tetr.	Mn^2O^3	69,6	—
Erdkobalt, schwarzer . .	—	MnO^2, CoO, CuO, H^2O	c. 19	—
Hausmannit	tetr.	Mn^3O^4	72,1	—
Manganit	rh.	Mn^2O^3 + aq.	62,5	—
Polianit	rh.	MnO^2	63,2	—
Psilomelan (Hartmanganerz)	(amorph.)	Verbind. von MnO^2 mit MnO, BaO, K^2O u. H^2O.	49,2—62,9	—
Pyrolusit (Weichmanganerz)	rh.	MnO^2	63,2	—
Rhodochrosit	hex.	$MnCO^3$	47,8	—
Rhodonit (Kieselmanganerz)	trkl.	$[SiO^3]^2Mn^2$, gewöhnlich auch $[SiO^3]^2(Mn, Fe, Ca, Mg)^2$	42	—
Wad	(nicht kryst.)	Vorwaltend: MnO^2, MnO und H^2O	—	—

	Kryst.-System	Chemische Zusammensetzung	Gehalt in Procenten an Zink	anderen Metallen
Zinkerze.				
Calamin (Kieselzinkerz) .	rh.	$SiO^4[Zn \cdot OH]^2$	53,7	—
Hydrozinkit (Zinkblüthe) .	amorph.	$Co^3[Zn \cdot OH]^2$	57,1	—
Smithsonit (Zinkspath) .	hex.	$ZnCO^3$	52,0	—
Willemit	hex.	SiO^4Zn^2	58,1	—
Wurtzit (Strahlenblende) .	rh.	ZnS	bis 67	—
Zinkblende	tess.	ZnS	67	Die gefärbten Arten bis c. 8 FeS
Zinkit (Rothzinkerz) . . .	hex.	ZnO	80,2	—
Wismutherze.			Wismuth	
Bismutit	—	$CO^3[BiO]Bi(OH)^2$	87,1	—
Eulytin (Kieselwismutherz)	tess.	$[SiO^4]^3Bi^4$	83,8	—
Wismuth, gediegen . . .	hex.	Bi	95—99,9	—
Wismuthglanz	rh.	Bi^2S^3	81,2	—
Wismuthocker	rh.	Bi^2O^3	89,6	—
Zinnerze.			Zinn	
Kassiterit (Zinnstein) . .	tetr.	SnO^2	78,6	—
Stannin (Zinnkies) . . .	tess.	SnS^4Cu^2Fe	24,1—31,6	23,6—29,8 Cu
Wolframerze.			Wolfram	
Scheelit (Scheelspath) . .	tetr.	$CaWO^4$	63,9	—
Wolframit	mkl.	WO^4(Mn, Fe)	57,9—60,3	—
Molybdänerze.			Molybdän	
Molybdänglanz	hex.	MoS^2	59,0	—
Antimonerze.			Antimon	
Antimonit (Antimonglanz)	rh.	Sb^2S^3	71,7	—
Antimonocker (Cervantit) .	krystallin	SbO^4Sb	79,2	—
Stiblith	—	$H^2Sb^2O^5$	74,6	—
Valentinit (Weissspiessglaserz)	rh.	Sb^2O^3	83,5	—
Arsenerze.			Arsen	
Arsen, gediegen	hex.	As (Sb, Ni, Fe, Mn, S)	90—100	—
Arsenkies	rh.	FeAsS	46	—
Auripigment	rh.	As^2S^3	61,0	—
Löllingit (Arseneisen) . .	rh.	$FeAs^2$	72,8	—
Realgar	mkl.	As^2S^2	70,1	—

Siehe auch Kobalt- und Nickelerze.

Tafel der gebräuchlichsten Einheiten bei Angabe der Metallgehalte von Erzen.

Deutschland.

Die Gehalte werden meist in Procenten angegeben. In Sachsen sind für Silbererze immer noch Pfundtheile in Gebrauch. 1 Pfundtheil = 0,01 Procent oder = 100 g pro 1000 kg.

Die Gehalte von Golderzen schreibt man in Grammen (g) pro metrische Tonne (t) zu 1000 kg[1]. Für Productionsangaben wird die metrische Tonne gebraucht: 1 t = 1000 kg.

England.

1 Long Ton = 1016 kg (t),
1 Short Ton = 907,2 kg (t),
1 Pound avoirdupois (lb., lbs.) = 453,6 g,
1 lb = 16 ounces (ozs.),
1 ounce = 28,3 g.

Die Gehalte von Gold- und Silbererzen dagegen werden gebucht unter Anwendung von:

1 Ounce Troy = 31,1 g
(oz., ozs.),
1 Penny-weight
(dwt., dwts.) = 1/20 oz. = 1,5 g,
1 Grain
(grn., grns.) = 1/24 dwt. = 0,06 g.

Vereinigte Staaten.

Wie in England, doch fast nur die Short Ton in Gebrauch. 1 t = 907,2 kg.
Die Goldgehalte in Dollars:

1 Dollar ($) = 100 Cents (cts.),
1 Dollar = 4,2 ℳ, 1 ct = 0,042 ℳ

1 oz Troy = $ 20,6718	für Gold	= $ 1,2929	für Silber.
1 g = $ 0,6646		= $ 0,04157	

[1]) In diesem Werke sind unter t immer Tonnen zu 1000 kg verstanden.

---

[1]) Im Text irrthümlich mit 6. eingestellt.

Seite

Vierter Abschnitt.

Secundäre Lagerstätten.

Fünfter Abschnitt.

Allgemeine Winke für die Aufsuchung von Erzlagerstätten.

Einleitung.

Begriffliche Bestimmung der Lehre von den Erzlagerstätten.

Rein mineralogisch versteht man unter Erzen metallhaltige Mineralien oder Gemenge von solchen, wobei stillschweigend vorausgesetzt wird, dass der Metallgehalt nicht unter eine gewisse, für jede besondere Mineralgruppe zu bestimmende Grenze hinab sinkt. Für unsere Zwecke jedoch muss der Begriff eines Erzes in der Weise ergänzt werden, dass nur solche Mineralien und Mineralgemenge als Erze gelten dürfen, aus denen man im Grossen und auf Gewinn bringende Weise Metalle oder Metallverbindungen herstellen kann.

Zwei mineralogisch oder petrographisch vollkommen gleichwerthige Vorkommnisse können sich hiernach verschieden verhalten: ein Basalt, der so viel Magnetit führt, dass er die Magnetnadel beeinflusst, aber doch immerhin weniger als 10 % Eisen enthält, ist noch lange kein Eisenerz. Dahingegen ist ein Gang mit nur 0,5 % Silbergehalt ein Erzvorkommen, da er bei diesem Gehalte bauwürdig ist. Ja, bei einem Goldvorkommnis wird die untere Grenze, von welcher ab man von einem Golderz gegenüber einem tauben Gestein im praktischen Sinne sprechen kann, noch tiefer hinabrücken, denn in Californien und Dakota macht man noch Golderze mit nur 7—9 g Gold pro t zu Gute. Es ist also immer der praktische Gesichtspunkt im Auge zu behalten, die Verwerthbarkeit, ein Begriff, der natürlich im Laufe der Zeit Verschiebungen erfahren kann. Waren Nickel und Kobalt früher Schimpfnamen für Massen, die man als unbrauchbar und bei der Silbergewinnung nur lästig über die Halde stürzte, so gelten heute deren natürliche Verbindungen nebst den damit verwachsenen Begleitmineralien als gesuchte Erze.

Bis zu einem gewissen Grade ist sogar eine Masse an dem einen Orte ein Erz, an dem anderen keines, da eine Verwerthbarkeit oft erst durch unmittelbare Nähe von Verkehrswegen bedingt wird.

Körnern, kugelförmigen Massen und mächtigen Klumpen. Es zeigt beim Anätzen Widmanstätt'sche Figuren. Nach einer neueren Analyse von A. Iwanoff[1]) besteht der metallische Theil des Eisens aus:

Fe	92,91 Proc.
Ni	2,66 „
Co	0,69 „
Cu	0,19 „
C	3,29 „
S	0,26 „
	100,00 Proc.

Die rostartige Verwitterungskruste dagegen erwies sich wesentlich aus basischen Hydroxyden, basischen Oxychloriden und basischen Sulfaten von Eisen zusammengesetzt. Es ist von verschiedenen Beobachtern betont worden und geht auch aus den der Törnebohm'schen Abhandlung beigegebenen Dünnschliffbildern hervor, dass in den kleineren Eisennestern das Metall anscheinend nach den übrigen Gemengtheilen sich ausgeschieden haben muss. Nauckhoff und Törnebohm wiesen Eisen, wahrscheinlich in der Form des Phosphornickeleisens (Schreibersites) auch in breccienartigen Spaltenausfüllungen inmitten des Basaltes nach, und Törnebohm schloss hieraus und aus der erwähnten Mikrostructur des eisenführenden Dolerites, dass das Diskoeisen überhaupt erst secundär aus Solutionen sich gebildet haben möge. Dieser Schluss dürfte namentlich in Hinblick auf die erwähnten grossen Blöcke gewagt sein. Die beobachtete Breccie kann ja auch aus einer durch Dislocationen zerstückelten Basaltzone mit schon ausgeschiedenem Eisen herrühren. Vom chemischen Standpunkte aus hat neuerdings die Törnebohm'sche Ansicht neue Unterstützung gefunden. C. Winkler[2]) machte auf die leichtflüchtigen Verbindungen aufmerksam, welche nach Untersuchungen der letzten Jahre das Kohlenoxyd mit dem Eisen, wie auch mit dem Nickel eingeht und welche schon bei mässiger Erhitzung unter Abscheidung der gediegenen Metalle sich wieder zersetzen. Diese Erhitzung würde bei der Berührung solcher Gase mit einem noch nicht völlig erstarrten Eruptivkörper längere Zeit hindurch stattfinden können. Der Autor weist hierbei freilich selbst auf die schwierige Frage hin, wo dann der Ursprung solcher Eisencarbonyle gesucht werden soll, die doch in einer kühleren Zone sich gebildet haben müssten. Die geologischen Verhältnisse dieser und verwandter Vorkommnisse deuten ja vielmehr darauf hin, dass der Ursitz der gediegenen Metalle in den Eruptivheerden selbst gelegen war.

R. J. V. Steenstrup hat später auch an mehreren anderen Punkten auf Disko in Basalten Einschlüsse von gediegen Eisen, Graphit und nickelhaltigem Magnetkies aufgefunden, was sehr dafür spricht, dass der Eisen- und Nickelgehalt von Haus aus den dortigen basaltischen Magmen eigenthümlich war und diese Massen nicht kosmischen Ursprungs sind, wie Anfangs von Nordenskiöld vermuthet wurde.

---

[1]) C. Winkler. *Zur Zusammensetzung des Eisens von Ovifak etc.* Kongl. Vetensk. Ak. Förh. 1901, No. 7. Stockholm. S. 495.

[2]) Derselbe. *Ueber die Möglichkeit der Einwanderung von Metallen in Eruptivgesteine unter Vermittelung von Kohlenoxyd.* Ber. d. math.-phys. Kl. d. Kgl. S. Ak. d. W. Leipzig 1900. S. 9.

2. Ausscheidungen von Nickeleisen in Olivinfels und Serpentin von Awarua auf Neuseeland.

Ebenfalls nur wissenschaftliches Interesse verdient das im Jahre 1885 von W. Skey entdeckte und von G. H. F. Ulrich[1]) eingehend beschriebene Vorkommniss von Nickeleisen, Awaruit, an der Westküste der Südinsel von Neuseeland.

Diese Gegend wird von Gneissen, Glimmer- und Chloritschiefern gebildet, die von mächtigen Stöcken eines zum Theil in Serpentin umgewandelten Olivinfelses von der Zusammensetzung des Saxonites (Olivin + Enstatit) durchbrochen sind. In den von den Serpentin- und Saxonitbergen herablaufenden Flussthälern fand man das Nickeleisen in losen Körnern und beabsichtigte einen Seifenbetrieb darauf zu eröffnen. Später wurde es auch in kleinen Partikeln eingewachsen in den genannten Eruptivgesteinen nachgewiesen. Die Zusammensetzung des Awaruites ist nach Skey:

Ni	67,63	Proc.
Co	0,70	„
Fe	31,02	„
S	0,22	„
SiO_2	0,43	„

3. Ausscheidungen von Platin in Olivingesteinen.

Längst hatte man vermuthet, dass das Platin der uralischen Platinseifen (siehe diese) seinen eigentlichen Sitz in den Serpentinen und Olivingesteinen haben müsse, die am Oberlauf der Platin führenden Flüsse verbreitet sind. Diese Vermuthung wurde in den 80er Jahren Gewissheit. Man fand zuerst im westlichen Ural im Krestovozdrishensky'schen Besitzthum des Grafen Schuwalow einen Olivingabbro mit Körnchen von eingewachsenem Platin und mehrere Jahre später im östlichen Theil des Gebirges im Bezirke Goroblagodatsk Chromitnester mit Platin in einem Olivingestein[2]). Auch haben Aufbereitungsversuche im Grossen mit gepochten Proben von Olivinfels und Olivingabbro aus der Umgebung des Berges Solowioff unweit von Nischne Tagilsk einen geringen Gehalt dieser Gesteine an Platin bestätigt[3]).

---

[1]) G. H. F. Ulrich. *On the Discovery, Mode of Occurrence and Distribution of the Nickel-Iron Alloy Awaruite on the West Coast of the South Island of New Zealand.* Quart. Journ. London 46, 1890, p. 619—633.

[2]) A. Inostranzeff. *Gisement primaire de platine dans l'Oural.* Mitth. an d. Ges. d. Naturf. in St. Petersburg 7. Nov. 1892. (Ref. von R. Helmhacker. Z. f. pr. G. 1893, S. 87.)

[3]) Mündliche Mittheilung des Herrn Bergingenieur Hamilton in Nischne Tagilsk beim Besuch des Solowioff 1897.

Das Platin des Urals enthält 5—13 % Eisen, ausserdem etwas Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium und Kupfer (siehe Platinseifen).

St. Meunier[1]) macht auf die sehr unregelmässige und oft verzweigte Form der Körner des uralischen Eisenplatins im Olivinfels aufmerksam und vergleicht sie mit der oben erwähnten Structur der kleinen Nester von gediegen Eisen im Dolerit von Ovifak und der Eisenkörner in meteoritischen Magnesiasilicatgesteinen. Experimentell erhielt er ähnliche Structuren durch Erzeugung der betreffenden Metalle aus Gasen innerhalb eines Körnerhaufens solcher Silicate. Ein durchstreichender Strom von Platinchlorür, Wasserstoff und etwas Eisenchlorür bei Rothgluth erzeugte Eisenplatin in ganz analoger Ausbildung. Diese Beobachtungen sind wichtig. Sein daraus abgeleiteter Schluss indessen, dass die betreffenden Gesteine primitive Erstarrungsproducte nach Art der Meteoriten seien, wird durch die Lagerungsverhältnisse der Platin führenden Eruptivgesteine nicht gestützt.

Die Gehalte der uralischen Olivingesteine sind bis auf vereinzelte Ausnahmefälle viel zu gering befunden worden, als dass diese primären Platinlagerstätten ökonomische Bedeutung hätten, erst die eluvialen und alluvialen Gebilde lohnen den Abbau.

4. Gold als primärer Bestandtheil von Eruptivgesteinen.

Wie schwierig auch im einzelnen Fall die Entscheidung sein mag, ob Partikel von gediegen Gold in Eruptivgesteinen diesen als magmatische Ausscheidungen von Haus aus angehören oder erst secundär zugeführt worden sind, scheint doch eine Reihe von Beispielen wenigstens sehr wahrscheinlich in ersterem Sinne aufzufassen zu sein.

Besonders liegen Beobachtungen an Graniten und anderen saueren Eruptivgesteinen vor[2]). G. P. Merrill beschrieb u. a. Freigold im Granit von Sonora in Mexico und zwar als Einschluss innerhalb des Feldspathes und Quarzes als „a product of cooling and crystallization from the original magma“. H. Schultze wies einen primären Goldgehalt vieler Granite der Küstencordillere Chiles nach, W. Möricke ausserdem auch einen solchen bei glasigen und krystallinen Quarztrachyten dieses Landes. W. P. Blake fügte Beispiele aus Arizona, Forbes solche aus

[1]) St. Meunier. *Étude sur la roche-mère du platine d'Oural etc.* Compte Rendu du VII. Congr. Géol. Intern. 1898, p. 157.

[2]) G. P. Merrill. *Occurrence of free gold in granite.* Americ. Journ. of Sc. 1896, I, p. 309. — H. Schultze. *„Goldbergbau“* in H. Kunz. Chile 1890. S. 78. — W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupferlagerstätten Chiles.* Freiburg i. B. 1898. S. 16.

Bolivien hinzu. Auch der primäre Goldgehalt der Granite der Gegend von Jekaterinburg im Ural, zum Beispiel am See Schartasch, scheint sicher gestellt. Oekonomische Bedeutung haben solche Vorkommnisse höchstens indirect, indem daraus abbauwürdige Seifen sich entwickeln können.

Noch sehr unsicher dagegen scheint uns der vielfach in der Litteratur erwähnte primäre Gehalt an Freigold in Dioriten oder amphibolitisirten Diabasen. Die von uns untersuchten Vorkommnisse dieser Art, z. B. aus Maschonaland, liessen eher die Annahme einer secundären Einwanderung zu. Man vergleiche hierüber das weiter unten Gesagte.

Im Anschluss hieran sei auch erwähnt, dass man nach R. Daintree[1]) goldreiche Pyrite in sehr grosser Verbreitung innerhalb der Diorite findet, die im Ober-Silur oder Devon von New South Wales, Victoria und Queensland aufsetzen. Die primäre Natur dieser Pyrite geht indessen aus den beigegebenen Dünnschliffbildern nicht unzweifelhaft hervor.

Merkwürdig ist der von K. Schmeisser[2]) mitgetheilte Goldgehalt eines Basaltes vom Richmond River auf Neu-Seeland, der bis auf 18 g pro t sich beziffern soll. Es dürfte sich hier um eine locale Aufnahme goldreicher Sande aus Seifen handeln, die von dem Basalt durchbrochen wurden.

B. Ausscheidungen oxydischer Erze in Eruptivgesteinen.

Unter diese Gruppe fallen vor allem eine Reihe wichtiger Eisenerzlagerstätten. Da Eisenerze hier zum ersten Male behandelt werden, dürften an dieser Stelle einige allgemeine Angaben mehr praktischer Art über solche Platz finden können:

Tabellarische Uebersicht der Eisenerze.

Erzarten	Fe	H_2O	CO_2	S
Magnetit $FeO \cdot Fe_2O_3$	72,4	—	—	—
Glanzeisenerz (und Rotheisenstein) Fe_2O_3	70,0	—	—	—
Spatheisenstein $FeCO_3$	48,27	—	37,92	—
Brauneisenstein $2\,Fe_2O_3 \cdot 3\,H_2O$	59,89	14,4	—	—
Eisenkies FeS_2	46,7	—	—	53,3

Die hier angeführten Eisengehalte, die sich auf die ganz reinen Mineralien beziehen, sind bei den Lagerstätten im Grossen und Ganzen, wie sie für die Praxis allein eine Rolle spielen, niemals völlig erreicht, da die Erze mit Quarz und Sili-

---

[1]) R. Daintree. *Occurrence of gold in Australia.* Quart. Journ. Geol. Soc. 1878, 34. Bd., p. 431.

[2]) K. Schmeisser. *Australasien.* S. 92.

caten, vielfach auch mit bituminösen Substanzen verunreinigt sind und Wasser enthalten. Man vergleiche bei den später zu beschreibenden, einzelnen Beispielen, wie nahe jedesmal die wirklichen Durchschnittsgehalte der Erze diesen Ziffern kommen. Magnet- und Rotheisenerze mit über 60 % Eisen gelten in der Praxis als reich, desgleichen Spatheisensteine von über 38 %, Brauneisenerze mit über 45 %. Für die weitere Verarbeitung ist die chemische Natur der Verunreinigung von der grössten Bedeutung, da sie die Art des Schmelzprocesses bedingt. Besonders wichtig sind die Gehalte an Mangan, Kieselsäure, Kalkerde, Magnesia, Titansäure, Kohlensäure, Wasser, Schwefel und Phosphorsäure. So ist z. B. 0,065 % Phosphorgehalt das Maximum für die zum Bessemer Process brauchbaren Erze[1]).

I. Ausscheidungen von Magneteisenerz in quarzfreien Orthoklasporphyren und Syeniten[2]).

In diese Gruppe gehören die am besten untersuchten und als magmatische Lagerstätten am besten beglaubigten Beispiele der ganzen Kategorie, besonders die berühmten uralischen[3]) und lappländischen Lagerstätten, die wir im einzelnen schildern wollen.

a) Die Wyssokaya Gora.

Die berühmte Eisenerzlagerstätte Wyssokaya Gora, d. i. „hoher Berg" liegt unmittelbar westlich bei Nischne Tagilsk, dem wichtigsten Bergort des mittleren Urals. Sie ist nur ein Glied in der Kette vieler ähnlicher Magnetitvorkommen dieses Gebirges, die alle gebunden sind an einen etwa 70 km langen und 15 km breiten NS. streichenden Zug von Syenit- und zugehörigen Porphyrgesteinen. Die Hauptmasse der Wyssokaya besteht aus Augitsyenit, welcher vielfach schlierig mit einem quarzfreien Orthoklasporphyr wechsellagert. Diese Gesteine bestehen in der Hauptsache nur aus Feldspath, Orthoklas mit wenig Plagioklas. Nur hier und dort betheiligen sich auch Augit (oder Uralit) und Biotit an ihrer Zusammensetzung. Neben den accessorischen Ge-

---

[1]) Eine Zusammenstellung zahlreicher Eisenerzanalysen findet sich in A. Ledebur, *Handbuch der Eisenhüttenkunde I*, 1899, S. 204—219.

[2]) Gelegentlich scheinen auch Granite mit einem die Gewinnung lohnenden Magnetitgehalt vorzukommen, wie in der Provinz Harima in Japan, wo sie wässerig aufbereitet werden. (De Launay. Ann. d. M., Bd. 12, p. 119.)

[3]) H. Müller. *Ueber den Magnetberg Gora Blagodat.* B.- u. H.-Z. 1866, S. 54. — P. Jéréméew. *Les minerais de fer dans les districts miniers de la chaîne de l'Oural.* Journ. d. mines 1859, II, p. 313. — Th. Tschernyschew dans Guide des Excursions du VII. Congrès 1897, IX. — A. H. Högbom. *Om de vid syenit bergarter bundna jernmalmerna i Östra Ural.* Geol. Fören. i Stockholm Förh., Bd. 20, H. 4, 1898.

mengtheilen Titanit, Zirkon und Apatit erscheint auch der Magnetit in kleinen Körnchen oder runden, ausgebildeten Kryställchen. Er kann bis 20% der ganzen Gesteinsmasse einnehmen, bis schliesslich ganze Klumpen dieses Minerals sich einstellen, und so ganz allmählich der Uebergang zu den eigentlichen unregelmässig stockförmigen Erzkörpern sich vollzieht. Zuweilen, z. B. bei den Bruchstücken einer durch spätere Störungen, vielleicht auch durch eruptive Vorgänge dort zu Stande gekommenen Breccie, findet man den Orthoklasporphyr auch als Mandelstein ausgebildet, und zwar auch hier mit primärem Magnetit, der rings um die mit Calcit gefüllten Blasenräume sich concentrirt hat (Högbom). Im Zusammenhang mit Dislocationen stehen nach Tschernyschew die Epidot-Zoisit-Granatgesteine der Wyssokaya, die ausser diesen Mineralien noch Zeolithe, Chlorit, Quarz und Kalkspath enthalten. Sie verrathen sich nach Högbom zum Theil noch durch ihre Structur als umgewandelte Porphyre und Syenite, indem sie noch fluidal angeordnete Feldspathleisten erkennen lassen. Die genannten Eruptivmassen haben devonische Kalksteine durchbrochen, die man am Eingang zu den ausgedehnten Tagebauen anstehen sieht. Diesen Kalksteinen sind Porphyrtuffe zugesellt, die man in stark zersetztem Zustand namentlich im östlichen Theile des Berges beobachtet. Die Lagerungsverhältnisse sind durch ein paar nach NO. einfallende Verwerfungsklüfte gestört, längs welcher die Eruptivgesteine und die Erzkörper an die Tuffe und Epidot-Granatfelsmassen angrenzen.

Der Magneteisenstein der Wyssokaya zeichnet sich durch grosse Reinheit aus. Der mittlere Eisengehalt betrug in den 90er Jahren rund 65%. Ein sehr grosser Theil der geförderten Erze hat die chemische Zusammensetzung des Martites[1]. Das Erz ist sehr arm an Phosphorsäure im Gegensatz zu der ganz analogen Eisenerzlagerstätte Lébiáschaya, die weiter nach NO. zu ebenfalls bei Nischne Tagilsk gelegen ist. Im Eisenstein der Wyssokaya kommen zuweilen auch Kupfererze eingesprengt vor, und hier sei daran erinnert, dass im SO. des Magneteisenerzberges sich die berühmte Kupfererzgrube Médnorudiansk befindet.

Im Folgenden geben wir eine charakteristische Analyse des Erzes der Wyssokaya nach den Veröffentlichungen der Grubendirection:

			Transport:	93,47	Proc.
Fe_2O_3	75,40	Fe Proc.	P	0,03	„
FeO	16,71	66 „	SiO_2	2,85	„
Mn_3O_4	1,30	„	Al_2O_3	1,80	„
Cu	0,06	„	CaO	0,99	„
S	Spur	„	MgO	0,98	„
	93,47	Proc.		100,12	Proc.

[1] G. Lebedew. *Lehrbuch der Mineralogie* (russ.). St. Petersburg 1900. S. 126.

Der Begründer der Eisenindustrie von Nischne Tagilsk um das Jahr 1725 war der für die Erschliessung des Urals überhaupt so thätige Nikita Démidow unter Peter dem Grossen. Die Wyssokaya versorgt jetzt etwa ein halbes Dutzend uralische Hütten mit Erz. Ihre mittlere Jahresproduction betrug in den 90er Jahren etwas über 100 000 t.

b) Der Goroblagodat[1]).

Dieser berühmte Magneteisenberg, auf Deutsch „Gesegneter Berg“, erhebt sich mit 156 m relativer Höhe frei in der Ebene bei Kuschwa, einem ausgedehnten Eisenhüttenort. Rings um die südliche Gipfelregion herum ziehen sich die mächtigen Tagebaue hin. In ihrer Mitte ist ein hoher Felspfeiler mit der eigentlichen Bergspitze erhalten geblieben (siehe Fig. 1), die eine Kapelle krönt. Von dort schweift der Blick nach W. auf die Bergketten des hier nicht sehr hohen Urals, nach O. ohne weitere Hindernisse über die flachwellige westsibirische Niederung, die von den Flüssen Tura und Tagil entwässert wird. Von diesem Gipfel ziehen sich die Tagebaue terrassenförmig weit an dem Westgehänge hinab.

Am Blagodat wiederholen sich die Gesteinsverhältnisse der Wyssokaya vollständig, nur ist die Anordnung der eigentlichen Erzkörper eine etwas andere. Diese haben nämlich hier die Gestalt bankartig übereinander folgender Schlieren, wie Fig. 1 es zeigt, die zugleich die beiden Hauptverwerfungen der Lagerstätte wiedergiebt. Die Grenzen dieser Schlieren gegen das normale Eruptivgestein sind durchaus nicht scharf. Vielmehr bestehen Uebergänge. Das Eisenerz enthält im Gegensatz zu dem der Wyssokaya viel Pyroxen und dessen chloritische Zersetzungsproducte, sowie Spinell, weshalb denn auch der Eisengehalt bedeutend niedriger ist und im Durchschnitt auf ungefähr nur 55 % sich beläuft. Dafür ist die Qualität wegen des sehr geringen Kies- und Phosphorgehaltes eine ausgezeichnete.

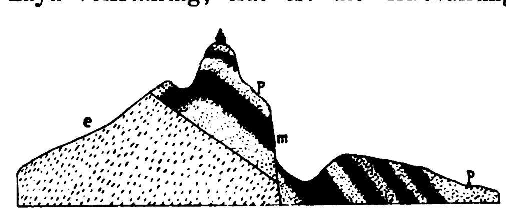


Fig. 1. *Profil des Goroblagodat* nach Th. Tschernyschew.
p Orthoklasporphyr, *m* Magneteisenerz, *e* Epidotgranatfels.

Der Blagodat wurde in den 30er Jahren des 18. Jahrhunderts in Betrieb genommen und lieferte schon um 1770 jährlich an die 16 000 t Eisenerz. In dem

[1]) Litteratur wie unter Wyssokaya Gora.

Zeitraum von 1813—1898 wurden auf diesem Berge 2 720 000 t Erz gewonnen. Im Jahre 1898 betrug die Production 66 000 t.

Wir geben noch eine charakteristische Analyse der Erze dieser Lagerstätte nach D. J. Mendelejeff *(Eisenhütten-Industrie des Ural im Jahre 1899*, II, S. 174, russisch).

SiO_2	9,40	Proc.	MgO . . .	1,62	Proc.
Al_2O_3 . . .	7,18	„	S	0,05	„
Mn_2O_3 . . .	0,20	„	SO_3	0,12	„
FeO	21,65 } Fe		P_2O_5	0,33	„
Fe_2O_3 . . .	52,93 } 53,89	„	Cu	0,01	„
CaO	6,00	„	Feuchtigkeit .	0,20	„

Die Menge der noch nicht abgebauten, aber aufgeschlossenen Erze wurde im Jahre 1890 auf gegen 15 000 000 t abgeschätzt. Die Erze gehen in die Hüttenwerke von Kuschwa, Barantscha und Werchneturje. Das Roheisen wird dann den Werken von Nischne Turinsk und Perm zur weiteren Verarbeitung überwiesen. Die oben erwähnte Kapelle ist dem Andenken des Wogulen Stephan Tschumpin geweiht, der den Russen den Erzreichthum des Berges verrieth und dafür von seinem Stamme auf dem Gipfel lebendig verbrannt wurde.

Eine vollkommene Analogie besteht zwischen den geschilderten uralischen Lagerstätten und den erst neuerdings näher erforschten und aufgeschlossenen lappländischen Lagerstätten Kiirunavaara und Luossavaara, deren Verhältnisse in Folgendem kurz zu erörtern sind.

c) Kiirunavaara und Luossavaara[1]).

Diese beiden grossartigen Lagerstätten liegen in der schwedischen Landschaft Norrbotten in ungefähr 67° 50′ n. Br. Die Erze bilden mächtige, nach der Art ihres Ausstriches an Lager erinnernde Stöcke, innerhalb einer sehr mächtigen Masse eines quarzfreien Orthoklasporphyres. Dieser grenzt nach Ost hin an Grauwackenschiefer, Thonschiefer und Conglomerate an, die von quarzitischen Sandsteinen überlagert werden, nach Westen hin stösst er an stark umgewandelte Conglomerate.

Der Erzstock des Kiirunavaara-Berges streicht mit geringen Unterbrechungen auf eine Länge von 2,8 km zu Tage aus und bildet einen langgestreckten, kahlen Bergkamm. Nach Norden hin ist der Erzzug durch magnetische Beobachtungen noch bis zum Gestade des dort vorliegenden Sees Luossajärvi und noch weiterhin auf einer Insel in diesem See nachgewiesen worden, sodass die gesammte streichende Länge etwas über 4,7 km betragen muss. Auf dieser ganzen Erstreckung fallen die beiderseitigen Begrenzungsflächen des Erzes ausnahmslos nach Osten ein, und zwar unter 45—80°, wie dies durch Bohrlöcher mehrfach festgestellt wurde. Ebenso

[1]) K. A. Fredholm. *Bergarter och malmer i Luossavaara och Kiirunavaara.* Geol. Fören. Förh. 1891, Bd. 13, S. 266. — Hj. Lundbohm. *Kiirunavaara och Luossavaara Jernmalmsfält.* Sveriges Geol. Undersökn., Ser. C, No. 175. 1898. Med 3 Taflor och 1 Karta.

wurde die Mächtigkeit der Erzplatte zwischen 34 und 152 m, im Mittel auf 70 m ermittelt. Die ganze hier noch abzubauende Erzmasse wurde von Hj. Lundbohm auf mindestens 215 000 000 t geschätzt. Das Erz ist nicht überall von gleicher Beschaffenheit. Der genannte Autor unterscheidet als vielfach ineinander übergehende Typen: 1. phosphorarmes Magneteisenerz; 2. desgleichen mit Glanzeisenerz vermischt; 3. phosphorhaltiges Magneteisenerz mit wenig Apatit; 4. phosphorreiches Magneteisenerz mit Apatit in zahlreichen Nestern, Trümern und lagenartigen Partieen; 5. phosphorreiches Magneteisenerz mit sehr fein vertheiltem Apatit. In mehr denn 60 % der Proben der sehr zahlreichen Schürfe überstieg der Eisengehalt dieser Erze 67 %, während der Phosphorgehalt zwischen 0,05—6 % schwankte.

Der Erzberg Luossavaara liegt nördlich vom See Luossajärvi und bildet einen etwa 1,27 km langen, bis 55 m mächtigen, lagerartigen, ebenfalls steil nach Ost einfallenden Stock inmitten derselben Porphyrmasse. Dieser Erzvorrath wird auf mindestens 4 700 000 t geschätzt. Der Eisengehalt wurde im Allgemeinen zu 67—70,5 % gefunden. Der Phosphorgehalt ist ähnlich wie beim vorigen Vorkommen.

Nach Fertigstellung der projectirten Eisenbahn von dem lappländischen Eisenerzgebiet hinüber nach dem Ofotenfjord an der norwegischen Westküste erhalten diese Vorkommnisse sehr grosse Bedeutung.

2. Ausscheidungen von titanhaltigem[1]) Magnetit in Gabbrogesteinen.

Als Beispiele für diese Kategorie haben namentlich die Lagerstätten Taberg und Routivare in Schweden, Välimäki in Finnland und in den Adirondacks im Staate New-York Bedeutung, die weiter unten skizzirt werden sollen. Eine ausgezeichnete Uebersicht über die bekannten Vorkommnisse aller Länder gab J. F. Kemp[2]). Die Theorie der Genesis wurde vorzüglich von J. H. L. Vogt ausgebaut[3]). Er hat das Wesen dieser Differentiationsvorgänge auf Grund der Discussion zahlreicher Gesteins- und Erzanalysen u. a. in übersichtlichen graphischen Darstellungen zusammengefasst, von denen wir die eine, von ihm als ein „normales Differentiationsbild" bezeichnete hier wiedergeben.

---

[1]) In der Eisenhüttenpraxis verursacht nach J. F. Kemp ein TiO_2-Gehalt unter 1 %, wie er sehr häufig bei Magneteisenerzen vorkommt, noch keine besonderen Abweichungen im Schmelzprocess. Gewöhnlich nennt man erst Erze von über 3 % „titanhaltige Magnetite". Zur Verhüttung kommen übrigens nur ausnahmsweise solche von über 20 % TiO_2. (J. F. Kemp. *Titaniferous Iron Ores of the Adirondacks.* 19. Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. III, Washington 1899, p. 387.)

[2]) J. F. Kemp. *A Brief Review of the Titaniferous Magnetites.* School of Mines Quarterly 1899. July 323—356. Nov. 56—65. Mit vielen Litteraturangaben.

[3]) J. H. L. Vogt. *Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen.* Reihe von Aufsätzen in der Z. f. pr. G. Jahrg. 1900—1901.

Die Curven zeigen, wie in den Uebergangsstadien vom normalen Gestein zur Erzausscheidung bei stetig fallenden Gehalten von Kieselsäure, Kalkerde, Thonerde und Alkalien der Gehalt an Eisenoxyd und Titansäure constant steigt, während der Magnesiagehalt in den mittleren Gliedern ein Maximum erreicht, um sich dann zu vermindern. Vogt schliesst daraus, dass das eigentliche Lösungsmittel für die Erze, welches in den Magmen die Rolle der Mutterlauge bei Salzlösungen spielt, ein Al-Ca-Na-K-Silicat sein muss. Ein Theil der Kieselsäure indessen habe als Mg-Fe-Silicat die Differentiation mitgemacht. Die Resultate der petrographischen Untersuchung unterstützen diese Schlüsse.

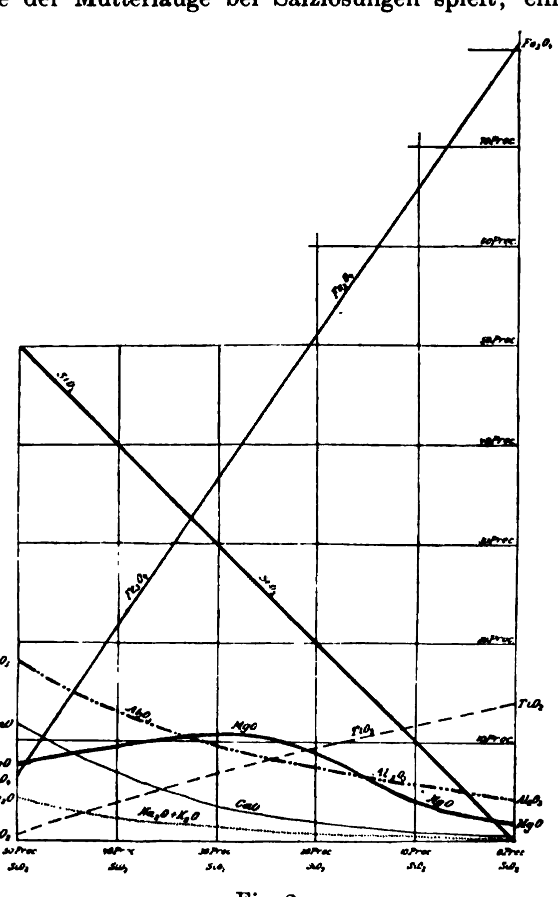


Fig. 2.
Normales Differentiationsbild
nach J. H. L. Vogt.

a) Der Taberg bei Jönköping.

Der Taberg in Småland südwestlich vom Wettern-See, unweit Jönköping in Schweden, stellt nach den Untersuchungen der unten[1]) angeführten Autoren eine basische und erzreiche Schliere inmitten eines Olivingabbros (Olivinhyperites Törnebohms) dar, die wegen ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit von der Denudation als Berg zurück-

[1]) A. Sjögren. *Om förekomsten af Tabergs jernmalm fyndighet i Småland.* Geol. Fören. Förh. 1876 u. 77, S. 42. Mit älterer Litteratur. Vergl. auch ibidem 1882 u. 83, S. 264. — A. E. Törnebohm. *Om Taberg i Småland etc.* Geol. Fören. Förh. 1880 u. 81, S. 610, Taf. 25 u. 26. — J. H. L. Vogt. *Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiation etc.* Z. f. pr. G. 1893, S. 8.

gelassen wurde. Das eigentliche Erz dieses Erzberges besteht aus titanhaltigem Magnetit und Olivin, nur untergeordnet sind Biotit und Plagioklas beigemengt. Nun aber lassen sich Schritt für Schritt Uebergänge verfolgen zwischen diesem Magnetit-Olivinit, der die Mitte des Massives einnimmt, zu dem magnetitarmen, gemeinen Olivingabbro der peripherischen Theile des Eruptivstockes. Dieser setzt innerhalb von Gneissen und Gneissgraniten auf, ist auch von Hornblendeschiefern, wohl dynamometamorphen Gabbropartieen begleitet.

Das Tabergerz zeichnet sich durch einen 0,12—0,40 % betragenden Gehalt an Vanadinsäure aus; wurde doch das Element Vanadium von Sefström 1830 zuerst in dem Taberger Roheisen entdeckt. Durch den sehr hohen Titangehalt wird der Werth des Tabergerzes sehr herabgedrückt, auch ist der Eisengehalt selbst an den reichsten Stellen nur gering, bis etwa 32 %.

Aehnliche, aber an Umfang geringere Vorkommnisse sind noch von mehreren anderen Stellen in Schweden bekannt geworden, so im Gabbro von Långhult in Småland und von Ransberg in Westergötland.

b) Die titanhaltigen Magneteisenerze der Adirondacks und ähnliche Lagerstätten anderer Gegenden.

Unter den nordamerikanischen Vertretern dieses Lagerstättentypus sind durch die Monographie von J. F. Kemp[1]) am besten die Vorkommnisse der Adirondacks bekannt geworden. Dieses Bergland liegt im nordöstlichen New-York im SW. vom Champlain See. Die Gruben gehören zum Essex County.

Die älteren Gneisse und krystallinen Kalksteine dieser Gegend enthalten viele Intrusivmassen von gabbroartigen Gesteinen, die zum grössten Theil regionalmetamorph umgewandelt sind und eine Parallelstructur angenommen haben. Man kann unter diesen Gesteinen unterscheiden Anorthosite (fast reine Labradorgesteine von grobkrystallinkörniger Structur) und dunkelgefärbte Gabbros und Norite, in denen die Eisenmagnesiasilicate über die Feldspäthe überwiegen. Beide sind mit titanhaltigen Magnet- und Eisenerzmassen verknüpft, die ersteren bei Newcomb, Wilmington und North Hudson, die anderen bei Crown-Point, Elizabethtown u. a. O. Diese Eisenerze enthalten Einsprenglinge von Gemengtheilen der normalen Gabbrogesteine, mit denen sie vielfach durch Uebergänge verbunden sind.

[1]) J. F. Kemp. *The Titaniferous Iron Ores of the Adirondacks.* 19. Ann. Rep. Geol. Surv. III, Washington 1899, p. 383—422.

Im übrigen ähneln die von Kemp geschilderten petrographischen Verhältnisse völlig denen der Erze von Välimäki.

Die folgende Analyse einer Probe von Oak Hill von W. F. Hillebrand giebt ein typisches Bild der Zusammensetzung dieser Erze.

Fe	38,98	Al_2O_3	7,03
Fe_2O_3	30,34	CaO	3,59
FeO	22,81	MgO	6,92
TiO_2	5,21	P_2O_5	0,14
SiO_2	21,42	S	0,04

Auch die Lagerstätten von der Mesabi Range[1]) in Minnesota, von Port Henry am Lake Champlain[2]) in New-York, vom Iron-mine Hill, Cumberland, Rhode Island[3]), endlich von verschiedenen Punkten der Gabbrogebiete von Quebeck[4]) und Ontario[5]) in Canada gehören hierher.

In Transvaal, Südafrika, endlich sind mit den Noriten, die in den Zwartkoppies-Bergen u. a. O. die Grenzfacies des jüngeren Rothen Granites bilden, Chromit- und Magneteisenerze angetroffen worden, die G. A. F. Molengraaff für magmatische Ausscheidungen hält[6]).

c) Die Lagerstätte von Routivare in Norrbotten, Schweden[7]), und ähnliche Lagerstätten anderer Gegenden.

In einem stark regionalmetamorphosirten Gabbro (Gabbrodiorit) findet sich eine 1600 m lange, bis 300 m breite Schliere, an deren Zusammensetzung sich titanhaltiger Magnetit, Titaneisenerz, Spinell, Olivin, ein Pyroxen und etwas Magnetkies betheiligen. Unter sonst ähnlichen Vorkommen ist dieses durch den hohen Spinellgehalt ausgezeichnet. Sein Eisengehalt liegt zwischen 48—52 %, der Gehalt an Titansäure zwischen 11—13 %.

---

[1]) N. H. and H. V. Winchell. *The iron ores of Minnesota.* Geol. Surv. of Minn. 1891.

[2]) Kemp in Trans. Am. Inst. of Min. Eng., Febr. 1897.

[3]) M. E. Wadsworth. *A microsc. study of the iron ore peridotite of Iron-mine Hill.* Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll., Vol. VII, 1881, p. 183.

[4]) F. D. Adams. *On the igneous origin of certain ores,* Montreal 1894. Gen. Min. Assoc.

[5]) E. J. Chapman. *On some Iron Ores of Central Ontario.* Trans. Royal Soc. Canada 1885—9.

[6]) *Geol. Aufnahme der Süd-Afrikanischen Republik.* Jahresber. über das Jahr 1898. Pretoria 1900. S. 14. — Géol. de la Rép. Sud-Africaine 1901, p. 48 et 52.

[7]) W. Petersson. *Om Routivare järnmalmsfält i Norrbottens län.* Geol. Fören. Förh., Vol. XV, 1893, S. 45—54. Mit Karte. — H. Sjögren. *En ny jernmalmstyp etc.* Ibidem S. 55. — *Ytterligare om Routivare jernmalm.* Ibidem S. 140—143.

Weitere an Spinell reiche Ausscheidungen von titanhaltigem Magnetit hat J. H. L. Vogt[1]) von mehreren Punkten in Norwegen beschrieben: von Andopen in Lofoten, von Stjernö in Finnmarken (70 $^1/_2$ ° n. Br.), von Solnör in Skodje (Söndmöre) und von Hellevig bei Dalsfjorden in Ytre Holmedal, Söndfjord. Die letzten drei sitzen in z. Th. veränderten Gabbros. Das Vorkommniss von Andopen dagegen ist an ein Massiv von Labradorfels gebunden. Das Erz bildet darin Schlieren, mit denen andere schlierenähnliche Ausscheidungen von Olivinfels vergesellschaftet sind. Es würden hier demnach neben einander Abscheidungen von ganz verschiedenem Material aus dem Labradorfelsmagma stattgefunden haben.

Gelegentlich der Beschreibung dieser Lagerstätten macht Vogt auf die wichtige Thatsache aufmerksam, dass im allgemeinen bei diesen Gebilden erst die Magnesiaeisensilicate, dann erst der titanhaltige Magnetit sich ausgeschieden haben, wie das mikroskopische Untersuchungen lehren. War zugleich etwas Schwefelkies und Spinell in dem Erz zugegen, so findet man die Ausscheidungsfolge: 1. Schwefelkies, 2. Spinell, 3. Titanomagnetit. Es sind das Abweichungen von der sonst für Eruptivgesteine herrschenden Regel, wonach die Eisenerze zu den frühesten Ausscheidungen gehören.

Auch die Lagerstätte von Välimäki in Finnland ist hier anzuschliessen.

Zwischen Sordavala und Pitkäranta am nordöstlichen Gestade des Ladoga-Sees bei dem Dorfe Välimäki wird das aus Andalusit und Staurolith führenden Glimmerschiefern, Phylliten, Quarzitschiefern, sowie auch aus Knoten- und Hornblendeschiefern aufgebaute Gebirge von einem grobkörnigen Diorit durchbrochen, der augenscheinlich aus einem Gabbro hervorgegangen ist. Nach Blankett[2]) durchsetzt dieser Gabbro-Diorit als ein NS. gestreckter Stock ganz deutlich die Schiefer, umschliesst auch umgewandelte Schollen derselben. Er besteht aus Plagioklas, Hornblende (zuweilen mit Augitkern), nebst etwas Epidot, Apatit, Magnetit, Muscovit und Eisenglanz. In einem gewissen Abstande von den Schiefergrenzen trifft man in diesem Stock basische Schlieren, die sehr reich an Hornblende sind, ausserdem aber Diallag, Bronzit, Olivin und titanhaltiges Magneteisenerz enthalten. Mehr untergeordnet sind grüner Spinell, Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies, Glimmer und Apatit beigemengt. Diese Schlieren halten für gewöhnlich 15—30 %, in reicheren Mitteln bis 40 % Eisen. Eine Probe enthielt 63,40 % Eisenoxydoxydul,

---

[1]) J. H. L. Vogt. *Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen.* Z. f. pr. G. 1900, S. 233—242. — C. F. Kolderup. *Petrogr. Beschreibung Lofotens etc.* Bergens Museums Aarbog VII, 1898, S. 1—54.

[2]) Blankett. *Välimäki Malmfält etc.* Geol. Fören. i Stockholm Förh. 1896, S. 201. Mit Karte.

2,90 % Titansäure. Alle möglichen Uebergänge von armem zu reichem Erz spielen sich innerhalb dieser sehr ausgedehnten Schlieren ab.

Aus dem gepochten Erz gewinnt man an Ort und Stelle durch magnetische Aufbereitung ein Concentrat, das brikettirt in der Hütte von Widlits jenseits des Sees verschmolzen wird. Die noch sehr jugendlichen Eisengruben producirten 1896 an 7464 t ofenrechte Erze.

In anderen Fällen wird der Magnetit nicht nur von Spinell, sondern auch von Korund und Sillimanit begleitet, so in den Noriten in Westchester County, New-York, nach G. H. Williams [1]).

3. Ausscheidungen von titanhaltigem Magneteisenerz in Nephelinsyeniten.

Aus den Schilderungen von A. G. Högbom [2]) kennen wir das Vorkommen beträchtlicher Partieen von titanhaltigem Magnetit inmitten basischer Schlieren des Nephelinsyenites der Insel Alnö nahe der Ostküste von Schweden im Bottnischen Meerbusen. Der dortige Nephelinsyenit, der in aussergewöhnlich viele Abarten zerfällt, ist eng mit höchst merkwürdigen Massen von krystallinem Kalkstein verknüpft, die nach Högbom möglicherweise primäre Ausscheidungen eines extrembasischen Magmas sind. Das Nebengestein bilden Gneisse, die contactmetamorph beeinflusst worden sind. Die basischen Schlieren inmitten des Nephelinsyenites sind sämmtlich ausgezeichnet durch einen hohen Gehalt an titanhaltigem Magnetit, reichlichen Apatit, viele Eisenmagnesiasilicate, sowie durch das Fehlen von Feldspath und gewöhnlich auch von Titanit, Nephelin und Cancrinit. Manche Partieen sind so reich an titanhaltigem Magnetit, dass sie abgebaut werden konnten. Ein solches Eisenerz aus der Tryggrube hatte nach A. Tamm folgende Zusammensetzung:

		Transport:	88,57
SiO_2	3,10	MnO	1,15
TiO_2	12,14	CaO	2,30
Al_2O_3	Spur	MgO	8,00
FeO	8,95	S	0,07
Fe_2O_3	64,38	P_2O_5	Spur
	88,57		100,09

[1]) G. H. Williams. *The Iron Ore and Emery in the Cortlandt Norites.* Am. Journ. Sc., Ser. III, Vol. 33. 1887.

[2]) A. G. Högbom. *Ueber das Nephelinsyenitgebiet auf der Insel Alnö.* Geol. Fören. Förh., XVII, 1895, S. 100—214.

Es schliesst sich hier am besten ein brasilianisches Vorkommniss an, das dem Alter nach viel jünger sein dürfte.

Nach O. A. Derby[1]) und E. Hussak[2]) werden durch die Gruben Jacupiranga und Ipanema in der Provinz São Paulo Magneteisenerze abgebaut, die Ausscheidungen in körnigen Pyroxengesteinen bilden. Magnetit-Pyroxenite (Jacupirangite) mit 60 bis 70 % Magnetit sind ferner dort durch Uebergänge mit Nephelingesteinen eng verknüpft. Die eisenreichen Schlieren enthalten neben Magnetit und Pyroxen auch Nephelin, Perowskit, Apatit, sowie Brazilit, ein Tantalo-Niobat.

4. Ausscheidungen von Titaneisenerz in Gabbrogesteinen.

Minder zahlreich als wie die geschilderten Ausscheidungen von titanreichem Magnetit finden sich in Gabbrogesteinen auch Concentrationen von eigentlichem Titaneisenerz. Sehr eingehend sind uns solche durch J. H. L. Vogt und Kolderup beschrieben worden. Wir geben aus deren Arbeiten als Beispiel:

Die Titaneisenerzlagerstätten von Ekersund-Soggendal[3]).

Im Gebiete von Ekersund-Soggendal im südlichen Norwegen südlich von Stavanger wird das krystalline Schiefergebirge durch ein 1200 □km grosses Noritmassiv durchbrochen. Das Eruptivgestein ist sehr mannigfaltig ausgebildet, alle möglichen Uebergänge zwischen reinem Labradorfels, an Hypersthen und Biotit reichem Norit und einem Enstatit- oder Bronzit-Granit sind vorhanden. Die erstgenannte Abänderung enthält Schnüre, Gänge und Nester von ganz reinem Titaneisenerz bis zu Klumpen von 11 m Dicke und 50 m Länge, so am Blaafjeld, wie das auf Fig. 3 nach Vogt angegeben ist. Die Grenzen

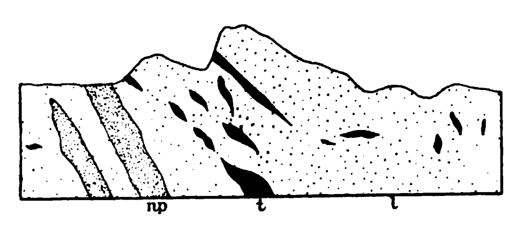


Fig. 3. *Profil durch das Blaafjeld* nach Vogt.
l Labradorfels, *np* Gänge von Noritpegmatit, *t* Titaneisenerz.

---

[1]) O. A. Derby. *On Nepheline Rocks in Brazil.* Quart. Journ. Geol. Soc. 47, 251. 1891.

[2]) E. Hussak. *Ueber Brazilit etc.* N. J. f. Min. 1892, II.

[3]) J. H. L. Vogt. *Norske erts forekomster.* Arch. f. math. og naturv. Kristiania, X u. XII, 101 S., 8 Taf. 1887. Refer. in N. J. f. Min. 1889, II, S. 97 ff. — Derselbe. *Om dannelse af jernmalm forekomster.* Kristiania 1892. — Derselbe. *Bildung von Erzlagerstätten.* Z. f. pr. G. 1893, S. 6 etc. — Kolderup. *Die Labradorfelse des westlichen Norwegens.* Bergens Museums Aarbog 1896, No. 5, S. 159—181.

dieser Massen gegen den Labradorfels sind theils scharf, theils verschwommen. Ausserdem wird der Labradorfels von deutlichen Gängen eines an Titaneisenerz sehr reichen Norites durchsetzt. Das Gestein dieser Ilmenit-Noritgänge besteht aus einem körnig-krystallinen Aggregat von Titaneisenerz, Hypersthen und etwas Labrador. Accessorisch finden sich darin Chromspinell, Eisenkies und sehr spärlich Apatit. Der etwa 3 km lange und 30—70 m breite Grosse Gang (Storgangen), den wir in Fig. 4 abbilden, enthält durchschnittlich 40 %, in einzelnen seiner dunklen, dem Salband parallel geordneten Schlieren sogar 70—80 % Titaneisenerz.

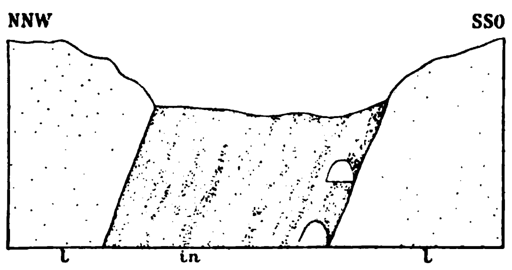


Fig. 4. *Profil durch den Storgang* nach Vogt.

l Labradorfels, *in* Ilmenitnorit mit dunklen Schlieren, sehr reich an Erz.

5. Ausscheidungen von Chromeisenerz in Olivingesteinen und Serpentinen.

Lange schon ist es bekannt, dass alle bedeutenden Vorkommnisse von Chromeisenerz [1]) an Serpentin gebunden sind. Man war geneigt, sich alle diese Erze als bei der Serpentinisirung der ehemaligen Olivingesteine ausgeschieden zu denken. Es ist wohl auch wahrscheinlich, dass ein Theil der in Serpentinen eingeschlossenen Chromeisenerzmassen während dieses Umwandlungsprocesses entstanden ist, da man weiss, dass gewisse in Olivingesteinen häufige, ursprüngliche Gemengtheile, besonders der Chromdiopsid und der Chromspinell oder Picotit, Chrom in beträchtlicher Menge enthalten. Ebensogut wie bei der Umwandlung von eisenhaltigen Silicaten, wie des Olivins in Serpentin sich Magnetit ausscheidet, kann sich bei der Zersetzung von Chromdiopsid und anderen chromhaltigen Silicaten Chromeisenerz bilden. Doch gilt diese Entstehung, wie gesagt, nur für einen Theil dieser Erze, nicht für alle. Seit man in neuerer Zeit Chromitansammlungen auch in ganz frischen Olivingesteinen angetroffen hat, ist es vielmehr bewiesen, dass in der

[1]) Nach J. H. L. Vogt wird die Gesammtproduction von Chromeisenerz auf der ganzen Erde auf rund 20 000 t pro Jahr geschätzt. Das Erz findet zur Zeit hauptsächlich zur Herstellung von Chromstahl, von Chromfarben und von Chromsäure Verwendung.

Hauptsache das Chromeisenerz eine Ausscheidung in dem ursprünglichen Magma darstellt. Sehr überzeugend ist das von Vogt[1]) dargelegt worden.

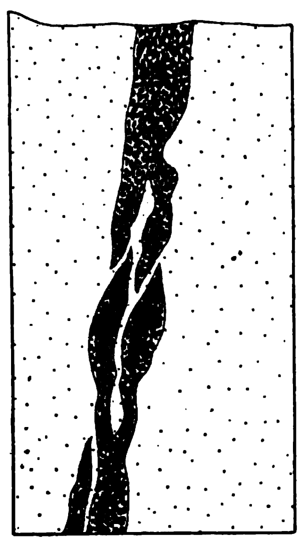


Fig. 5. *Profil eines Schlierenganges von chromitreichem Olivinfels im Saxonit vom Värnäsfjeld* nach Vogt. (Ganglänge 40—50 m, Mächtigkeit 0,1—0,8 m.

Die wichtigsten Chromeisenerzgruben, nach der ungefähren Höhe ihrer Productionsziffern geordnet, liegen an folgenden Orten über die ganze Erde zerstreut: in Kleinasien[2]) (Harmandschyk, Brussa, Umgebung von Smyrna), im Ural (Gegend von Jekaterinburg und Nischne Tagilsk), in Californien, in Nord-Carolina (Ashe und Clay County), Pennsylvanien und Maryland, in Neu-Caledonien (im Gebirge Tiëbaghi, am Dore Berg), auf Neuseeland, in Griechenland (Burdaly in Thessalien, auf Skyros), im Banat (Orsowa), in Steiermark (Kraubath), in Bosnien (Dubostica), in Norwegen (Insel Hestmandö, Umgegend von Röros). Innerhalb des deutschen Reiches hat man nur die ganz unbedeutenden Vorkommnisse von Silberberg und Grochau in Schlesien.

Wir werden unter dieser Zahl nur ein paar Beispiele eingehender besprechen, die genauer untersucht worden sind.

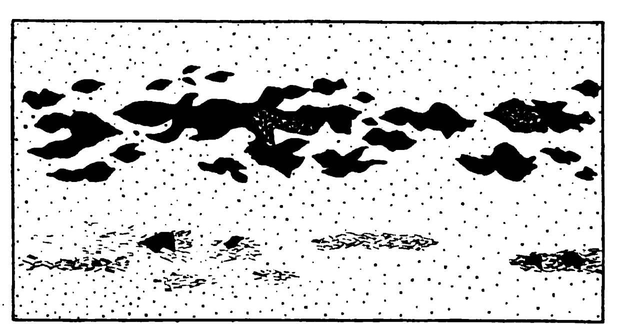


Fig. 6. *Profil eines Schlierenganges von reinem Chromit und chromitreichem Olivinfels im Saxonit, unten enstatitreiche Schlieren mit Chromitnestern. Ramberg auf Hestmandö* nach Vogt.
Schlierengang 5—7 m lang, 0,5—0,8 m mächtig.

In genetischer Beziehung am meisten Interesse verdienen entschieden die von Vogt bearbeiteten norwegischen Vorkommnisse, mit denen wir daher beginnen:

a) Die Chromitlagerstätten von Hestmandö und anderen Fundpunkten in Norwegen[3]).

Die Insel Hestmandö liegt im nördlichen Norwegen

[1]) J. H. L. Vogt. *Zur Classification der Erzvorkommen.* Z. f. pr. G. 1894, S. 384.
[2]) K. E. Weiss. *Lagerstätten im westlichen Anatolien.* Z. f. pr. G. 1901, S. 250.
[3]) J. H. L. Vogt, a. a. O., S. 389.

unter dem Polarkreis. Hier setzen inmitten des Gneissgebirges mindestens ein Dutzend kleiner Stöcke von Olivinfels auf, die höchstens 0,5 km im Durchmesser haben. Sie bestehen aus Olivin, Enstatit, Chromspinell und Chromit, enthalten zuweilen auch einen farblosen oder grünlichen Aktinolith, verschiedene glimmerartige Mineralien und als secundäre Bildungen Magnesit und Talk. Nach der modernen petrographischen Classification würde das Gestein als Saxonit zu bezeichnen sein. Es ist übrigens bald enstatitarm, bald enstatitreich, sodass die extremen Glieder als enstatitführender Dunit und als Entstatitfels abgetrennt werden könnten. Innerhalb dieser Olivinfelsstöcke bildet das Chromeisenerz schlierenförmige, d. h. verschwommen abgegrenzte Gänge und Klumpen oder aus vielen solchen Klumpen bestehende gangartige Zonen, wie wir sie in den Fig. 5 u. 6 nach Vogt abbilden. An den Rändern solcher Ausscheidungen, wo die Chromitmassen durch Uebergänge mit dem normalen Olivinfels sich verbunden zeigen, sieht man dann unter dem Mikroskop den Chromit, wie aus Fig. 7 hervorgeht, mit gut entwickelten Krystallformen gegen den Olivin abgegrenzt. Die Erzausscheidung muss hier unbedingt vor der Krystallisation des Olivins erfolgt sein.



Fig. 7. *Chromitreicher Olivinfels von Ramberg.* Vergrösserung 50. *O* Olivin, *Ch* Chromit.

Aus seinen Beobachtungen an gegen 40 Chromitlagerstätten innerhalb von Olivinfelsen oder Serpentin in Norwegen schliesst Vogt, dass die Grösse der Erzvorkommnisse dem Ausmass der betreffenden Eruptivstöcke ungefähr proportional sei. So liegen auch bei Feragen und Rödhammer[1]) unweit Röros die bedeutendsten, dort bis zu etwa 50 m Teufe verfolgten Erzkörper zugleich innerhalb der grössten Serpentinfelder.

b) Die Chromitlagerstätte von Kraubath in Obersteiermark.

Auch für das altbekannte, aber in Bezug auf seine Genesis erst neuerlich geklärte Vorkommniss von Kraubath[2]) haben sich die oben entwickelten Ansichten bestätigt.

---

[1]) Vergl. auch A. Helland. *Om Kromjernsten i Serpentin.* Mit Tafel. Widensk. Selsk. Förh. 1873.

[2]) A. Miller von Hauenfels. *Bericht über die geogn. Erforschung der Umgebung von St. Michael und Kraubath.* V. Jahresber. d. geogn.-mont. V. f. Ober-

Die Chromiterze von Kraubath sind nach F. **Ryba** an einen Olivinfels gebunden, der, als Rest einer Intrusivmasse, auf einem Hornblendegneiss discordant aufruht. Er besteht vorwiegend aus Olivin und Chromit und muss daher den Namen Dunit führen. An manchen Punkten geht er jedoch durch Aufnahme von Bronzit in einen Chromit-Harzburgit über, der dann auch etwas Chromdiopsid enthält. Als secundäre Umwandlungsproducte haben sich neben Serpentin Massen von Magnesit und ein armer Brauneisenstein aus ihm gebildet.

Am rechten Murufer, im Sommergraben, wo der Chrombergbau betrieben wurde, ist der Dunit, resp. Chromit-Harzburgit, so unbedeutend serpentinisirt, dass er noch vollkommen den Charakter des Olivingesteins selbst mit freiem Auge erkennen lässt. Der Chromit ist in ihm regellos eingestreut, zumeist in Octaëdern mit mehr oder weniger abgerundeten Kanten; seltener sind diese Krystalle näher aneinander gereiht, oder das Chromeisenerz tritt in unregelmässigen derben Ausscheidungen oder Nestern auf, welche Gegenstand von zahlreichen Schürfversuchen und langjährigem, erfolglosem Abbau bildeten.

Das Vorkommen des Chromit im ganz frischen Olivinfels spricht auch hier für die magmatische Ausscheidung des Erzes. Die Dünnschliffe lassen ausserdem ganz deutlich erkennen, wie der Olivin erst nach den grösseren wie zerbrochen aussehenden Chromitkörnern auskrystallisirt sein muss.

6. Zinnstein als primäre Ausscheidung in granitischen Gesteinen.

Ausser den Vorkommen des Zinnsteins als eines ständigen Gemengtheiles des Greisens, also einer erst secundär entstandenen Gesteinsabänderung kennen wir dieses Erz auch als primären Componenten vieler Granite, z. B. des Turmalingranites von Eibenstock, vom Greifenstein und von Altenberg im Erzgebirge. Jedoch haben diese Beispiele keine ökonomische Bedeutung, höchstens insofern, als die primären, kleinen Zinnsteinkörnchen dieser Granite beim Zerfall des Muttergesteines zur Anreicherung der Seifen mit beitragen, deren metallisches Material ja im übrigen hauptsächlich aus den Greisenzonen stammt. Nur ein Vorkommniss von primärem Zinnstein in einem granitischen Gestein, das die directe Ausbeutung gestattete, ist uns bekannt:

Die Zinnsteinlagerstätte des Etta Knob in den Black Hills in Dacota.

Am Etta Knob, etwa in der Mitte der Black Hills, wird nach Blake[1]) ein granatführender Glimmerschiefer mit quarzitischen Zwischenbänken durch einen

---

steiermark, S. 53—76. — Derselbe. *Die nutzbaren Mineralien von Obersteiermark.* B.- u. H.-Jahrb. d. k. k. Bergak. 1864, XIII, S. 214—217. — H. Höfer. *Analysen mehrerer Magnesiagest. der Obersteiermark.* Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1866, S. 443—446. — A. Kahl. *Der Chrombergbau von Kraubath.* B.- u. H.-Jahrb., XVII, 1869, S. 266—281. — H. Wieser. *Olivinfels von Kraubath.* Tschermak's min. Mitth. 1872, S. 79. — F. Ryba. *Beitrag zur Genesis der Chromeisenerzlagerstätte bei Kraubat in Obersteiermark.* Z. f. pr. G. 1900, S. 337—341.

[1]) W. P. Blake. *Tin Ore Deposits of the Black Hills.* Trans. of the Amer. Inst. of Min. Eng., Vol. XIII, 1885, p. 691. — W. O. Crosby. *Geology of the Black Hills etc.* Proc. of the Boston Soc. of Nat., H. XXIII.

Granitstock durchbrochen, dessen beinahe kreisförmiger Ausstrich 30 bis 60 m im Durchmesser misst. Durch die bergmännischen Aufschlüsse zeigte sich, dass dieser Stock die Form einer aufrechten Säule von einer ausgesprochen concentrischen Structur hat. Zunächst an das Nebengestein grenzt scharf eine peripherische Zone von dunklem Glimmer mit grossen, auch ausgebeuteten Platten von Muscovit. Dann folgt nach innen zu ein Band von derbem Quarz mit unregelmässigen Bündeln von derbem Albit und Orthoklas, sowie mit colossalen Krystallen (bis 12 m Länge!) von Spodumen, die inmitten einer wesentlich aus Glimmer und Albit bestehenden, feinkörnigschuppigen Masse liegen. In dieser ist auch Zinnstein in Körnchen oder unvollkommen entwickelten Krystallen eingestreut, und zwar bildet das Erz etwa 2,5 % des Aggregates. Das Zusammenvorkommen eines Lithion-Pyroxenes mit Zinnstein wird übrigens auch von mehreren Fundpunkten in Maine berichtet (E. Richards). Ausser den genannten begleiten den Zinnstein bei der Etta-Grube noch folgende Mineralien: Apatit, Triphylin, Tantalit, Columbit, Arsenikalkies und Kupferglanz. Der dortige Bergbau ist nicht nur auf Zinnstein, sondern auch auf Spodumen gerichtet.

Aus allem geht hervor, dass der Granit von Etta Knob ein Pegmatit ist, für dessen Entstehung nicht ohne Weiteres die Verhältnisse der normalen Granite zu Grunde gelegt werden dürfen, für die vielmehr eine Bildung unter starker Betheiligung von Wasser vorauszusetzen ist.

C. Ausscheidungen sulfidischer und arsenhaltiger Erze.

Das sporadische Auftreten kleiner Kiespartikel in vulkanischen und plutonischen Gebirgsarten ist allbekannt. Besonders der Eisenkies gehört zu den verbreitetsten accessorischen Gemengtheilen vieler Eruptivgesteine, namentlich von Diabasen, Dioriten und Syeniten. Er erscheint auch in ganz frischen, gar nicht zersetzten Gesteinen dieser Art unter solchen mikroskopischen Verbandsverhältnissen mit den anderen Gemengtheilen, dass kaum an seiner primären Natur ein Zweifel möglich ist. Zuweilen wird der Eisenkies auch durch Kupferkies ersetzt. So führen der Turmalingranit von Predazzo, die Diabase des Ostharzes und sogar die jüngeren Laven des Albaner Gebirges beim Capo die Bove winzige Kupferkieskörnchen. Buntkupferkies kennt man aus dem Turmalingranit von Kittlisvand in der norwegischen Landschaft Nummedalen. Verschiedene sulfidische Kupfererze kommen eingesprengt auch im Syenit des Plauen'schen Grundes bei Dresden vor, besonders in den augit- und hornblendereichen, dunklen Schlieren, so neben gediegen Kupfer, Kupferkies und Kupferglanz nebst secundären Producten. Magnetkies trifft man häufig eingesprengt in Gabbros an, auch in den Basalten wird er bisweilen beobachtet, wie am Landberg bei Tharandt und an der grönländischen Westküste, auf Disco u. a. O. Da sich nun ferner auch

vor unseren Augen bei Hüttenprocessen bei langsamer Erkaltung aus silicathaltigen Schmelzflüssen Kryställchen von Kupferkies, nach J. Scheerer daneben auch die rhombische Form derselben chemischen Verbindung, ausscheiden, so erscheint auch die magmatische Ausscheidung grösserer Nester, Stöcke, Primärtrümer oder Schlieren inmitten von Eruptivgesteinen von vornherein möglich und wahrscheinlich. Nach L. De Launay[1]) sind bei der Concentration solcher Erze aus dem Magma gewisse im Magma unter Druck stehende Lösungsmittel, wie flüssige Kohlensäure, alkalinische Chlorüre, Fluorüre oder Sulfüre und vielleicht auch Wasserdämpfe mit thätig gewesen. Aber freilich wird sich zeigen, dass der stricte Nachweis der Ausscheidung aus dem glutflüssigen Magma in derselben Schärfe, wie er für die erste und zweite Gruppe vielfach möglich war, für diese dritte Kategorie der magmatischen Ausscheidungen meist nicht durchgeführt werden kann. Für eine grosse Anzahl von Vorkommnissen, die manche Autoren für directe Ausscheidungen aus Eruptivgesteinen halten, muss man mindestens eine secundäre Umkrystallisirung der Erze auf wässerigem Wege, die auch zu einer theilweisen Ortsveränderung, zu einer Imprägnation des Nebengesteines u. s. w. führte, für wahrscheinlich halten. Die grosse Beweglichkeit der sulfidischen Erze, die wir ja auf den Gängen zur Genüge sehen, erschwert hier eine klare Einsicht ungemein. Auch fehlen noch eingehendere, mikroskopische Specialstudien. Dessen ungeachtet werden wir vorläufig die Gruppe noch in Zusammenhang lassen, unsere Einreihung der einzelnen Beispiele aber zum Theil nur mit Vorbehalt vollziehen. Das letztere gilt ganz besonders gleich bei dem ersten Beispiel, das wir schildern werden.

I. Lagerstätten von Nickel- und Kupfererzen in Verknüpfung mit Gabbrogesteinen oder Diabasen und deren beider metamorphen Abkömmlingen.

Die hierher gehörigen Lagerstätten von nickelhaltigem Magnetkies, Kupferkies und Eisenkies in Norwegen, Canada und einigen anderen Gegenden haben in den letzten Jahren die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen, besonders in Folge der Arbeiten von J. H. L. Vogt[2]).

---

[1]) Ann. d. Mines, 12. Bd., 1897, p. 119 etc.

[2]) J. H. L. Vogt. *Nikkel forekomster og nikkelproduktion.* Geol. Fören. Förh. 1892, S. 315—338. — Derselbe. *Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprocesse in basischen Eruptivmagmata. II. Nickelsulfiderze.* Z. f. pr. G. 1893, S. 125—143, 257—284. Mit Angabe der älteren Litteratur.

Wir beginnen zunächst mit einer kurzen Schilderung der den Studien dieses Forschers zu Grunde liegenden norwegischen und schwedischen Vorkommnisse, obwohl diese zur Zeit in ökonomischer Beziehung an Bedeutung weit hinter den canadischen zurückstehen.

a) Die norwegischen Nickelerzlagerstätten.

Nach Vogt giebt es in Norwegen an die vierzig gleichmässig über das ganze Land hin verbreitete Gabbromassive, die sich durch eine Nickelerzführung auszeichnen. Schon Th. Kjerulf und T. und J. Dahll kannten den Zusammenhang zwischen Nickelerz und Gabbro. Früher hielt man diese fast durchweg stark durch Regionalmetamorphismus beeinflussten Gesteinsmassen wohl vielfach auch nur für krystalline Schiefer von gleichem Alter wie die Gneisse, von denen sie umschlossen werden, und es fussten auf dieser Voraussetzung gewöhnlich auch die Auffassungen der Erzvorkommnisse. Es ist deshalb nothwendig, die thatsächlich entscheidenden Beobachtungen zu kennen, die den nordischen Forschern völlige Ueberzeugung von der eruptiven Natur dieser Gabbros verschafft haben. Es sind die folgenden:

1. Zuweilen bestehen haarscharfe Grenzen zwischen diesen Gabbros und den Gneissen oder den cambrischsilurischen regionalmetamorphen Schiefern; 2. die Schichten der anderen Gesteine stossen stellenweise an den Gabbrogrenzen ab; 3. es kommen Schieferschollen im Gabbro eingeschlossen vor; 4. auch sind mitunter Randfacies, wie Kugelnorite, beobachtet worden; 5. endlich sprechen im Gabbro aufsetzende jüngere Gänge von normalem und pegmatitischem Gabbro als „Nachschübe“ für die Eruptivnatur aller dieser Gesteine, deren jetziger petrographischer Charakter vom Prototyp allerdings stark abweicht und häufig dem eines Amphibolit oder Granatamphibolit entspricht.

Dort wo die Regionalmetamorphose den ursprünglichen Charakter dieser Gabbros noch nicht völlig vernichtet hat, erkennt man, dass sie von Haus aus theils ophitisch struirte Olivingabbros, theils rein körnig-krystalline Norite sind. Die Erze bevorzugen die letzteren, die wiederum Olivin führen oder olivinfrei sein können, auch mit den Olivingabbros durch Uebergänge verknüpft sind.

Die mit den Noriten verbundenen Erze bestehen aus: 1. Magnetkies mit 2—5 %, selten bis 10 % Nickel und mit etwas Kobalt, 2. Eisenkies mit etwas Nickel- und Kobaltgehalt, 3. Kupferkies mit bis 0,5 % Nickel und Kobalt, 4. Titaneisenerz.

Unter diesen waltet Magnetkies immer stark vor. Der Eisenkies erweist sich manchmal als früher ausgeschieden als der Magnetkies,

da er in Gestalt von würfelförmigen Krystallen in diesem letzteren eingebettet ist. Nur als grosse Seltenheiten finden sich auch Eisennickelkies und ein paar andere eigentliche Nickelsulfide.

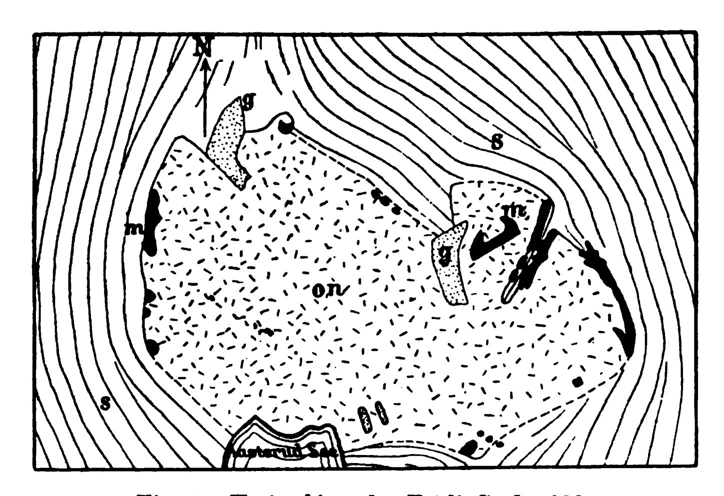


Fig. 8. *Kartenskizze des Erteli-Grubenfeldes* nach Vogt.
s Krystalline Schiefer, *on* Olivinnorit und andere Noritvarietäten, *g* Granit, *m* Erzmassen.

Alle diese Erze sind in sehr geringer Menge und in feiner Vertheilung auch im normalen Norit enthalten, an den eigentlichen Lagerstätten aber bilden sie compacte Erzkörper, die bis 120, ja bis 200 m im Durchmesser erlangen können. Diese haben sehr unregelmässige Gestalt und sind ganz augenscheinlich an die Contactlinie zwischen den Gabbros und den Nebengesteinen gebunden. Zuweilen finden sie sich auch in der Peripherie der erwähnten eingeschlossenen Schollen des Nebengesteines. Beides geht deutlich hervor aus Fig. 8, die nach Vogt

Fig. 9. *Kartenskizze des Meinkjär-Grubenfeldes* nach Vogt.
g Grauer Gneiss, *rg* rother Gneiss, *h* Hornblendeschiefer, *n* Norit, *m* Erzkörper.

die Vertheilung der Erzmassen im Erteligrubenfeld in der Landschaft Ringerike im NW. von Drammen vor Augen führt. Das dortige Noritmassiv hat ungefähr 600 m Längsdurchmesser. Ebenso lehrreich sind die Fig. 9—11 nach Vogt vom Meinkjär-Grubenfeld.

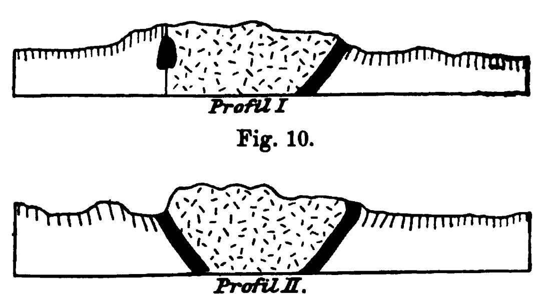


Fig. 10.

Fig. 11.
Profile durch das Noritmassiv von Meinkjär.
Vergl. Fig. 9.

An einigen Stellen gehen die Kiesmassen ganz allmählich in kiesarme und schliesslich in fast normale, kiesfreie Norite über. In solchen Uebergangsgesteinen erscheint häufig der Kies in Gestalt eines sehr unregelmässigen Geäders inmitten der Silicatmasse. Auch bildet der Kies, wie auch Vogt hervorhebt, eigentliche Trümer und Gänge, die theils in den Norit hinein, theils aber auch in das Nebengestein des Norites hinaus sich von den eigentlichen Erzkörpern abzweigen, auch Bruchstücke jener beiden umschliessen können. Das Vogt entnommene

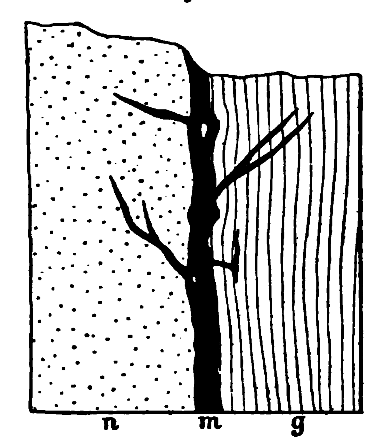


Fig. 12. *Profil eines Kiesganges von Erteli-Grube Nr. I* nach Vogt.
n Norit, *g* Gneiss, *m* Kiesmasse. Profilhöhe 5 m.

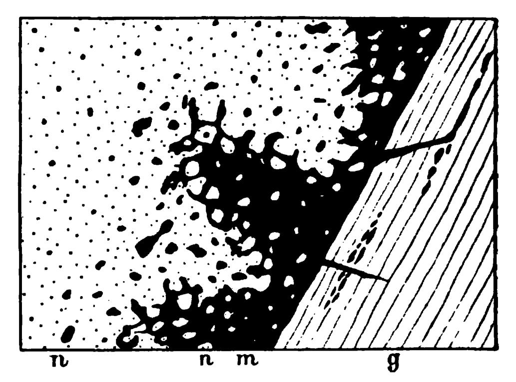


Fig. 13. *Profil einer Stelle der Noritgrenze im Meinkjärfeld* nach Vogt.
Erklärung wie bei Fig. 12. Profilhöhe 1 m.

Spezialprofil von der Erteligrube Nr. I in Fig. 12 zeigt diese Verhältnisse sehr deutlich. Ein zweites derartiges Vogt'sches Profil von der Meinkjär-Grube in Bamle im NW. von der Insel Krageró, Fig. 13, führt zugleich vor Augen, wie im benachbarten Gneiss der Kies parallel der

Schichtung eingedrungen ist, sodass hier völlig isolirt erscheinende Erzschmitzen erscheinen, wohl auch eine fahlbandartige Imprägnation grösserer Gesteinscomplexe wahrzunehmen ist.

Nach Vogt ist das Kiesgemisch ein directes Differentiationsproduct des noritischen Magmas, ein Theilmagma, dessen Schmelzpunkt etwas niedriger gelegen habe, als wie der der Silicate, die sonst das Gestein zusammensetzen. Der ursprünglich in magmatischer Lösung befindliche Magnetkies und seine übrigen metallischen Begleiter hätten sich concentrirt ungefähr, wie sich ein Rohstein oder Bleistein bei unseren Hüttenprocessen von der Schlacke trenne. Hieraus hätten sich erst die Silicate ausgeschieden. Der anfangs zwischen diesen älteren Erstarrungsproducten noch flüssige Kies sei später bei noch weiterer Temperaturerniedrigung zur Erstarrung gelangt.

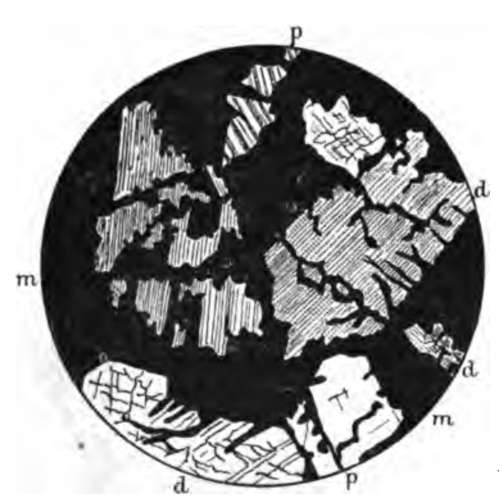


Fig. 14. *Nickelerz von Varallo* u. d. M. bei 50facher Vergrösserung.
d Diallag, *p* Plagioklas (bei gekreuzten Nikols), *m* Magnetkies.

Gewichtige Bedenken sprechen aber dagegen, dass diese Erzmassen in dem Zustande, wie sie jetzt vorliegen, magmatische Ausscheidungen sind. Zunächst dürfte das Vordringen geschmolzener Sulfide soweit in das kühlere Nebengestein hinaus, wie es aus Fig. 11 und 12 hervorgeht, physikalisch sehr schwer zu erklären sein. Mehr noch aber macht die mikroskopische Beschaffenheit der Erz führenden Gesteinskörper stutzig. Es kommen allerdings Fälle vor, in denen sichtlich corrodirte Reste der normalen Silicate der Gabbros inmitten des Erzes so eingebettet liegen, als wären sie halb wieder eingeschmolzene früheste Ausscheidungen. Wir bilden in Fig. 14 ein solches Vorkommniss von dem später zu erwähnenden Varallo ab und geben zu, dass ähnliche, wie sie ja Vogt auch beschreibt, auch in Norwegen sich finden mögen. Die Corrosion des Plagioklases und Diallages, die hier vorliegt, ist aber auch auf wässerigem Wege, durch Lösungen denkbar, und an solche muss man viel eher denken, wenn man sieht, dass bei Weitem in den meisten Fällen die Erzmassen in sehr stark regionalmetamorphen

Partieen der Gabbros sitzen, und dass hier die Erzausscheidung sich als gleichzeitig oder als jünger, wie der Regionalmetamorphismus zu erkennen giebt. Fast immer sind nämlich die Gabbro- und Noritpartieen, mit denen die Erze direct zusammenstossen oder in denen sie eingesprengt sind, mehr oder weniger vollkommen in Amphibolite und Granatamphibolite umgewandelt. Fig. 15 und Fig. 16 zeigen diesen Vorgang noch nicht gänzlich abgeschlossen. Es sind hier noch Reste von Enstatit, bezüglich von Diallag vorhanden. Die Erze aber erweisen sich bei Fig. 15 als jünger als die beiden Producte dieser späteren Umwandlung, die grüne Hornblende und der Granat. Bei Fig. 16 erscheint das Erz gleichzeitig mit dem Granat ausgeschieden und durchsetzt den älteren Diallag nur längs Klüften. Wir glauben daher, dass die eigentliche Concentration der Sulfide in den Gabbrogesteinen erst während der Regionalmetamorphose, und zwar auf wässerigem Wege erfolgt ist. In welcher Form und Vertheilung die betreffenden Metallverbindungen ursprünglich in diesen Eruptivgesteinen vorhanden gewesen sind, ob als sehr fein und gleichmässig eingesprengte, kleine Kiespartikel oder als chemische Componenten der

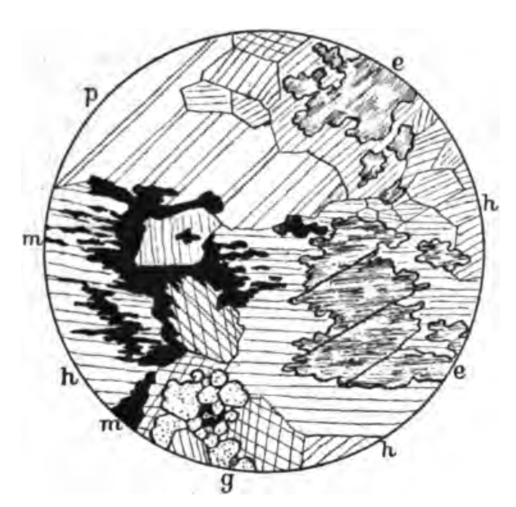


Fig. 15. *Erzhaltiger Norit vom Solumschurf im NW. von Erteli*
u. d. M. bei 50facher Vergrösserung.
e Enstatit, *p* Plagioklas, *h* Hornblende, *g* Granat, *m* Magnetkies.

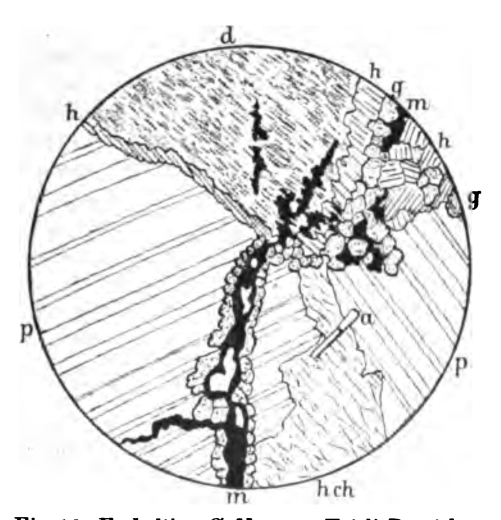


Fig. 16. *Erzhaltiger Gabbro von Erteli-Prästehaug*
u. d. M. bei 50facher Vergrösserung.
d Diallag, *p* Plagioklas, *a* Apatit, *h* Hornblende, *hch* chloritisirte Hornblende, *g* Granat, *m* Magnetkies.

Bisilicate, ist zur Zeit noch nicht zu entscheiden. Hierzu bedarf es erst noch viel gründlicherer petrographischer Untersuchungen, als wie sie bis jetzt vorliegen.

Die wichtigsten norwegischen Nickelerzgruben dieser Art waren nach Vogt Romsaas in Smalenene im SO. von Kristiania, Ertelien und Langdal mit Stövern in Ringerike in WNW. von K., Stang, Evan, Graahö und Veslegruben in Espedalen in Gausdal (Mitte des Landes), Meinkjär und Bamle-Nysten in Bamle in NW. von Kragerö, Flaad in Evje in Sätersdalen, Dyrhaug in Skjäkerdalen im NW. von Drontheim. Die Production hatte für Norwegen im Jahre 1876 mit 42500 t Erz mit einem Gehalt von 360 t Nickel in Summa ihren Höhepunkt erreicht, zu einer Zeit, wo günstige Conjuncturen noch Schmelzerze von nur 0,9—1,5 % Nickelgehalt zuliessen. Nach Vogt sind seit 1850—1893 in Summa gegen 330000 t Nickelerz gefördert worden.

Anhangsweise möge hier das Vorkommen ganz analoger Lagerstätten im benachbarten Schweden erwähnt werden. Am bekanntesten ist hier geworden Klefva[1]) in Småland, dessen Nickelerze beiläufig einen sehr kleinen Gehalt an Platin, Iridium und Rhodium erkennen liessen. Auch Kusa in Dalarne und Ruda in Ostergötland gehören hierher.

b) Die Nickelerzlagerstätten von Varallo.

Ein zweites europäisches Gebiet derartiger Lagerstätten befindet sich bei Varallo[2]) in Piemont. Im Sesiathale daselbst werden die Gneisse und Glimmerschiefer des Monte Rosa-Gebietes von einem etwa 20 km langen und 4 km breiten Noritmassiv durchsetzt, dessen Gestein bald als gewöhnlicher Norit mit Uebergängen nach Gabbro, bald als Olivinnorit entwickelt ist, vielfach aber, ganz wie in Norwegen, durch Regionalmetamorphose in Hornblendegesteine umgewandelt ist. Am Contact mit dem Gneiss fanden sich bei der Cevia- und bei der Sella Bassa-Grube bedeutende Massen von Magnetkies mit einem Nickelgehalt von 4—5 % incl. Kobalt, sowie von Eisenkies und Kupferkies. Der Gehalt der früher auf den Hütten Sesia und Scopello verhütteten Erze an Nickel nebst Kobalt betrug 1,2—1,5 %. Der Kobaltgehalt ist hier etwas höher, wie in Norwegen. Es bestand die Relation 100 Ni : ca. 50 Co : 40—50 Cu. Die Gruben wurden von Schluss der 60 er bis Schluss der 70 er Jahre betrieben. Die Sesia-Grube gehörte den Sächsischen Blaufarbenwerken.

In genetischer Beziehung gilt für Varallo das über Norwegen Gesagte. Man vergleiche auch Fig. 14.

---

[1]) B. Santesson. *Nikkelmalmfyndigheten vid Klefva.* Geol. Fören. Förh., No. 107, Bd. IX, 1887, S. 66—73.

[2]) A. W. Stelzner. *Referat eines Vortrages.* B.- u. H.-Z. 1877, S. 87. — M. Badoureau. *Mémoire sur la métallurgie du Nickel.* Ann. d. mines 1877, Mémoires, Tome XII, p. 237. — J. H. L. Vogt. *Varallo in Piemont.* Z. f. pr. G. 1893, S. 257.

c) Die Nickelerzlagerstätten von Sudbury in Canada.

Die canadischen sind, wie schon erwähnt, die bedeutendsten Nickelerzlagerstätten dieser Art und haben die häufigste wissenschaftliche Bearbeitung gefunden. Von der reichen, leider aber mehr die allgemeinen Verhältnisse, weniger die genetisch wichtigen Structuren der Erze erschöpfend behandelnden Litteratur ist unten[1]) nur das Wichtigste angeführt:

Die Stadt Sudbury liegt im nördlichen Ontario an der canadischen Pacificbahn inmitten des wesentlich von der Huronischen Schieferformation gebildeten Landstriches, der sich vom Nordufer des Huron-Sees nach NO. bis zum See Mistassini erstreckt. Bei Sudbury besteht dieser Gesteinscomplex insbesondere aus Quarziten, Amphiboliten, Glimmerschiefern, Phylliten, Grauwacken und einer eigenthümlichen vulcanischen Breccie. An zahlreichen Punkten sind Gabbrogesteine nachgewiesen, die eine hochgradige Regionalmetamorphose erlitten haben. Nach SO. und NW. grenzen an die huronischen Schiefer Granite und Gneisse an.

Die Nickelerze sind durchaus nur gebunden an Amphibolite, dort auch Diorite, Gabbrodiorite oder schlechthin Grünsteine genannt, die in Folge jener Metamorphose aus eigentlichen Gabbros und Noriten hervorgegangen sind, bisweilen auch noch fast unveränderte Partieen des ursprünglichen Gesteins umschliessen. Die Erze bilden stockartige Massen am Contact zwischen diesen metamorphen Eruptivgesteinen und den Quarziten oder anderen Schiefern, oder sie sind als Imprägnationen den Amphiboliten fein eingesprengt. Nur untergeordnet treten auch gangartige Nickelerzvorkommen in den Contactzonen auf. Die Erz-

---

[1]) T. G. Bonney. *Notes on a part of Huronian series of Sudbury etc.* Quart. Journ. Geol. Soc. 1888, p. 32—44. — W. H. Merritt. *The Minerals of Ontario.* Trans. of the Am. Inst. Min. Eng., Vol. 17, 1889, p. 295. — E. D. Peters. *The Sudbury ore-deposits.* Transact. Am. Inst. Min. Eng. 1890. — A. E. Barlow. *On the nickel and copper deposits of Sudbury.* Loganclub, Ottawa Naturalist. march 6th. 1891. — R. Bell. *The nickel and copper deposits of Sudbury district.* Bull. Geol. Soc. of Am. 2, 1891, p. 125—137. — Derselbe. *Report on the Sudbury mining district.* Geol. Survey of Canada 1891. — H. B. v. Foullon. *Ueber einige Nickelerzvorkommen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1892. — J. H. L. Vogt. *Bildung von Erzlagerstätten etc.* Z. f. pr. G. 1893, S. 128 u. 257. — G. R. Mickle. *The relation between Pyrrhotite, Gangue, and the accompanying rocks of the Sudbury District.* Sudbury Journal 1894. — F. A. Adams. *On the igneous origin of certain ore deposits.* Min. Assoc. of the Prov. of Quebeck. Jan. 1894. — F. L. Walker. *Geological and Petrographical studies of the Sudbury Nickel-District in Canada.* Quart. Journ. of the geol. soc. 53, No. 209, 1897, p. 40—65.

körper haben zum Theil viel grössere Dimensionen, als wie bei den skandinavischen Lagerstätten dieser Art.

Die Erze bestehen bei Sudbury vorherrschend aus Magnetkies mit 2—5,5%, gewöhnlich mit 4—4,5% Nickelgehalt, mehr untergeordnet aus Kupferkies und etwas Eisenkies. Gelegentlich sind auch Polydymit (mit 43% Ni) und Millerit (64% Ni) beigemengt und zuweilen hat man im Erz Partieen von titanhaltigem Magnetit beobachtet. Aus dem grusigen Rückstand verwitterter Erze hat T. L. Sperry[1]) den interessanten Sperrylith, ein Platinarsenid mit einem Gehalt an Rhodium, Palladium und Antimon isolirt. Auch zeigen, wie zu Klefva und Ringerike[2]) die canadischen Schmelzprodukte einen, wenn auch sehr geringen Platingehalt, sowie Spuren von Iridium. Zusammen mit dem Sperrylith findet sich endlich etwas Zinnstein. Manche Erze enthalten geringe Mengen von Gold.

Nach A. Mc. Charles[3]) hat es sich gezeigt, dass die reichsten Erze in den kleineren Stöcken von Gabbrodiorit gefunden werden, und dass die grösseren Massive mit wenigen Ausnahmen überhaupt keine bauwürdigen Erze liefern. Ferner will man bemerkt haben, dass Gold, Platin und die anderen accessorischen Metalle nicht in den Magnetkiesen, sondern in den Kupferkiesen enthalten sind.

In der Structur des canadischen Erzgemisches und in seinem Verhalten zum Nebengestein besteht die grösste Aehnlichkeit mit den norwegischen und piemontesischen Vorkommnissen. Unter den uns vorliegenden Stufen aus Sudbury fallen ausserdem eigenthümliche Breccien auf, bei denen scharfkantige oder rundliche Gesteinsfragmente in einem wesentlich aus Magnetkies und etwas Kupferkies bestehenden Teig eingebettet liegen. Die Fragmente bestehen aus Gabbro in sehr verschiedenen Stadien der Regionalmetamorphose. Neben solchen, die als eine Mikrobreccie von winzigen Diallag- und Plagioklassplittern sich zu erkennen geben, liegen andere, die schon vollkommen amphibolitisirt sind, auch schieferige Structur deutlich zur Schau tragen. Alle sind übrigens mehr oder weniger mit Erz imprägnirt. Wir bilden ein solches genetisch interessantes Vorkommniss in Fig. 17 (S. 45) ab, das von Herrn Geo. Mickle der Freiberger Sammlung von Murray Mine verschafft wurde. Es liefern solche Stücke den Beweis, dass die Aus-

---

[1]) Hierüber Amer. Journ. of Science 37, 1889 und Z. f. pr. G. 1893, S. 128.

[2]) J. H. L. Vogt. *Platingehalt im norwegischen Nickelerz.* Z. f. pr. G., S. 258 bis 260.

[3]) R. P. Rothwell's Mineral Industry, Vol. VII, Suppl.-Vol. I to VI, New York 1899, p. 524.

scheidung des Magnet- und Kupferkieses in seinem jetzigen Zustand während oder nach der Dynamometamorphose der dortigen Gabbrogesteine stattgefunden hat, nicht aber vermittels einer magmatischen Differentiation.

Die Erzlagerstätten des Sudbury-Districtes werden zuweilen von jüngeren Gängen eines Olivindiabases durchschnitten, in denen die Bauschanalyse einen wohl secundär aufgenommenen Gehalt an NiO (0,027 %) und CoO (0,005 %) nachgewiesen hat (Walker).

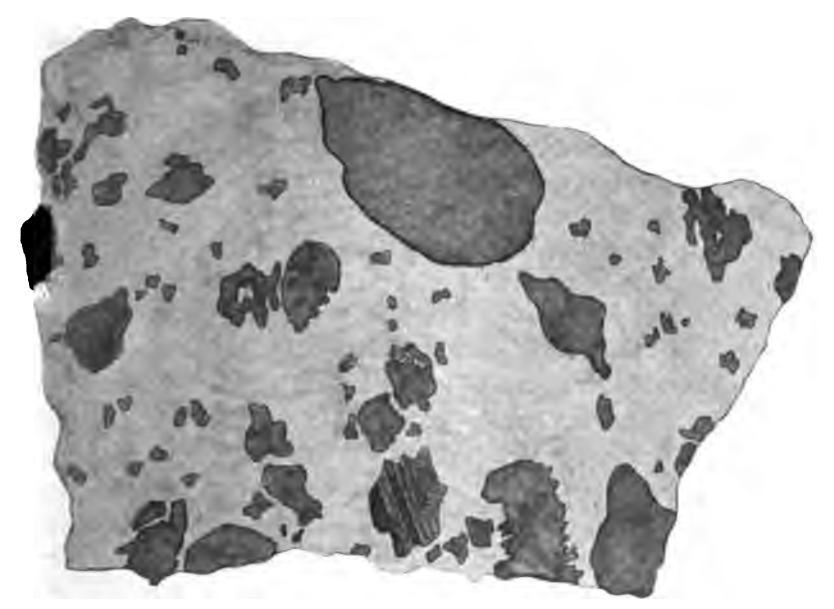


Fig. 17. *Polirte Erzstufe von der Murray-Grube bei Sudbury.* 3/8 der natürl. Grösse.
Gabbrofragmente, mehr oder minder in Hornblendeschiefer umgewandelt, inmitten des gleichmässig licht erscheinenden Erzgemisches.

Die zuerst in Betrieb genommene Grube bei Sudbury, die Copper Cliff Mine, baute, wie der Name sagt, zuerst nur auf Kupfer. Erst einige Zeit später, Ende der 80er Jahre, entdeckte man den hohen Nickelgehalt des früher vernachlässigten miteinbrechenden Magnetkieses, und nun begann ein sehr reger bergmännischer Betrieb in dieser Gegend auf Nickelerz.

Der Sudbury-District producirte 1900 an Nickelerz 197 542 t, wovon allein die Victoria-Grube im SW. von Sudbury täglich 181 t förderte. Die Erze hielten im Durchschnitt 1,67 % Ni und 1,59 % Cu, während der Durchschnitt vom Jahre 1895 betrug 2,67 % Ni und 2,73 % Cu (Mineral Industry 1901, Vol. IX).

In den Vereinigten Staaten scheint nach Vogt (l. c.) die Lagerstätte der Lancaster Gap Mine in Pennsylvanien, der wichtigsten Nickelgrube dieses Reiches,

in die eben behandelte Gruppe zu gehören, die auch an der Grenze zwischen einem Hornblendegestein und krystallinen Schiefern gelegen ist.

Auch in anderen durch Dynamometamorphose veränderten basischen Eruptivgesteinen kommen ähnliche Nickelerzlagerstätten vor, so besonders in Diabasen. Ein gutes Beispiel ist die

d) Lagerstätten von nickelhaltigem Magnetkies am Schweidrich bei Schluckenau in Nordostböhmen und bei Sohland in der sächsischen Lausitz.

Am Schweidrich wird der Lausitzer Granitit von einem sehr mächtigen WNW. streichenden Gang eines grobkörnigen, am Salband feinkörnigen Diabases durchsetzt, dessen normales Gestein neben den gewöhnlichen Gemengtheilen etwas primäre Hornblende und Biotit führt. Nahe am nördlichen Salband ist dieser Diabas stark zersetzt und in ein grösstentheils aus secundärer grüner Hornblende bestehendes, zugleich aber mehr oder weniger mit nickelhaltigem Magnetkies, Kupferkies und etwas Eisenkies imprägnirtes Gestein übergegangen. Die Ausscheidung der Erze erweist sich u. d. M. vielfach deutlich als jünger, als die Bildung dieser secundären Hornblende. Auch ist der angrenzende, etwas zersetzte Granitit bis auf über 1 m Entfernung mit denselben Erzen imprägnirt. Seltener im Diabas vorkommende derbe Erzpartieen enthielten nach H. B. von Foullon[1]) 7,08 % Nickel, 2,90 % Kupfer, 49,90 % Eisen. Der Bergbau ruht dort zur Zeit.

Bei Aeusserst-Mittel-Sohland nördlich von Schluckenau, im sächsisch-böhmischen Grenzgebiet wurde 1900 durch eine Brunnengrabung ein ganz analoges, zweites, aber viel reicheres Erzvorkommen entdeckt[2]). Ein wahrscheinlich ungefähr 10 m mächtiger WNW. streichender Gang von biotitreichem Proterobas setzt inmitten des Lausitzer Granites auf. Längs dem nördlichen Salband ist sein Gestein auf etwa 700 m erzführend angetroffen worden. Die Erze, nickelhaltiger Magnetkies, etwas Kupferkies und wenig Eisenkies bilden entweder nur eine Imprägnation, die theilweise auch bis 0,5 m in den Granit hinaus greift, oder, wie in Herbergs Fund-Schacht, ein bis über 20 m im Streichen verfolgtes, bis 2,5 m mächtiges, unter 75°, wie das Gesteinssalband, nach N. einschiessendes derbes Mittel, das Stufferze von durchschnittlich

[1]) H. B. v. Foullon. *Ueber einige Nickelerzvorkommen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Wien 1892, S. 302 ff. (mit etwas abweichender Auffassung dieser Lagerstätte). — Vergl. auch O. Herrmann in den Erläut. zu Section Hinterhermsdorf-Daubitz der geol. Spezialk. von Sachsen, 1897, S. 19.

[2]) R. Beck. *Neue Nickelerzlagerstätte in Sachsen.* Z. f. pr. G. 1902, S. 41 bis 43 u. H. 10. Ausführliche Monographie folgt.

5% Nickel- und ca. 2% Kupfergehalt lieferte. Im Proterobas spielen die sulfidischen Erze die Rolle der zuletzt ausgeschiedenen Gemengtheile. Vielfach sind Fragmente von Pyroxen und von primärer Hornblende, die sichtlich eine Corrosion erlitten haben, von den Kiesen rings umschlossen. Häufig sieht man andrerseits die Kiese innerhalb serpentinisirter Pyroxene in der Weise, dass in einem gewissen kleinen Abstand vom Rande ein den Conturen paralleles Erzband hinläuft. Sehr oft ist auch der Kies in Form dünner Lamellen zwischen den Spaltblättern des Biotites eingeklemmt.

Im Hangenden des Erzmittels vom Fundschacht finden sich im Proterobas sehr merkwürdige Partieen, deren Masse sehr reich an Spinell und Korund ist. Auch führt das Gestein Einschlüsse von Sillimanit.

Unmittelbar unter dem stellenweise bis 10 m in die Tiefe reichenden Hut der Lagerstätte hat sich als secundäre Kluftfüllung ein wesentlich aus Kupferglanz bestehendes, reiches, schwärzliches Kupfererz gefunden.

Die Nickelerzlagerstätten von Horbach und von Nanzenbach.

Möglicherweise haben auch die Nickelerzfunde von Horbach im Schwarzwalde, über die nur wenig wissenschaftliche Beobachtungen vorliegen, hier ihren Platz zu finden, ferner das ebenfalls noch nicht genügend untersuchte Nickelvorkommen der Grube Hilfe Gottes bei Nanzenbach in der Weyerheck 7 km in NO. von Dillenburg in Nassau[1]), wo unregelmässig stockförmige Massen von Eisenkies, Kupferkies und Nickelkies mit einem stark veränderten Gestein der Diabasgruppe verknüpft sind.

e) Arsennickel in den Serpentinen von Malaga.

Während die sehr verbreiteten secundären Nickelerze in Serpentinen an anderer Stelle betrachtet werden müssen, dürfte das neuerdings bekannt gewordene Vorkommniss von Malaga am besten hier seinen Platz finden.

Im Westen dieser Stadt setzen in archäischen Schichten Serpentingesteine auf, die aus der Umwandlung von Olivin-Pyroxenfelsen, aus Olivinnoriten, sowie auch aus eigentlichen Olivinfelsen (Duniten) hervorgegangen sind.

Nach F. Gillman[2]) hat man in den oberen Regionen in diesen Serpentinen zunächst die secundären Nickelerze vom Pimelit- und

---

[1]) H. Laspeyres. *Das Vorkommen und die Verbreitung des Nickels im Rheinischen Schiefergebirge.* Verhandl. d. naturh. Ver. zu Bonn 1893, Bd. 50, Taf. IV und II. Theil, S. 451 ff. nebst Litteratur.

[2]) F. Gillman. *Notes on the ore deposits of the Malaga Serpentines.* Inst. of Min. and Metallurgy. London, Jan. 1896. Ref. Z. f. pr. G. 1897, S. 88.

Garnierittypus mit 1—20 % Nickel angetroffen, in grösserer Tiefe aber stellte sich Rothnickelkies ein und zwar in folgender Weise: 1. feine Chromitkörner werden durch Rothnickelkies verkittet (siehe die Fig. 18 u. 19)[1]; das so zusammengesetzte, dem Aussehen nach bronzeartige Erz findet sich in Nestern und Adern im frischen Serpentin und enthält 5—20 % Ni; 2. bis über 1 cm lange Krystalle eines dunkelgrünlich-braunen Augites werden durch Rothnickelkies und Chromeisen verkittet; 3. frische, bis strausseneigrosse Nester von Norit im Serpentin enthalten neben ihren Hauptgemengtheilen Plagioklas und rhombischen Pyroxen auch eingesprengte Körnchen von Rothnickelkies und Chromeisenerz. Manchmal bildet der Rothnickelkies förmlich eine Grund-

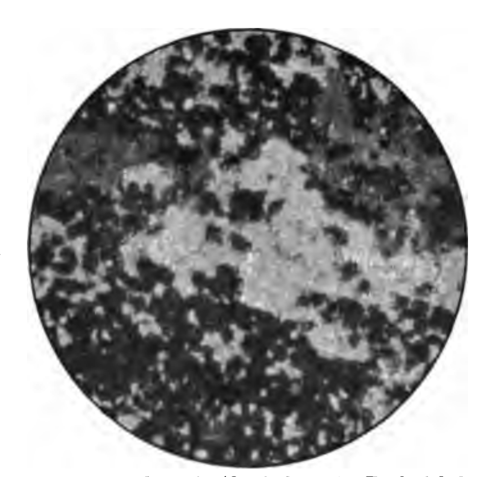


Fig. 18. *Chromit* (dunkel) *mit Rothnickelkies* (hell) *von der Primera-Grube.* Bei Oberlicht. Vergr. 27.



Fig. 19. *Augitkrystalle* (hell) *verkittet durch Rothnickelkies* (dunkel). Bei Oberlicht und zugleich Unterlicht. Vergr. 10.

masse um die Silicatkrystalle herum, seltener ist er zugleich mit Chromit in Streifen und Bändern zur Ausscheidung gelangt. Zuweilen wird auch Eisenkies und Kupferkies in den Erzen angetroffen. Der genannte Autor hält den Rothnickelkies für ein Produkt magmatischer Differentiation. Das Beispiel lässt es möglich erscheinen, dass auch an anderen Garnieritlagerstätten in der Tiefe frischere Gesteine mit Arsennickelerzen zu erwarten sind.

[1]) Die für die Figuren als Vorlage benutzten Photographien sind von Herrn F. Gillman aufgenommen, dem wir dafür Dank schulden.

2. Die Kupfererzlagerstätten in den Serpentingesteinen Toscanas.

Nach B. Lotti[1]) sind fast in allen der unzähligen Serpentine Toscanas und Liguriens wenigstens Spuren der Anwesenheit von sulfidischen Kupfererzen nachzuweisen, und in einigen kennt man schon seit Alters her bedeutende Kupferlagerstätten. Nach diesem Autor hat man unter den stark serpentinisirten Gesteinen dieser Länder drei ursprüngliche Typen auseinanderzuhalten; ehemalige Lherzolithe (eigentliche Olivinfelse), zersetzte Olivingabbros und umgewandelte Olivin-Diabase (von Anderen Melaphyre genannt). Diese Gesteine bilden innerhalb der eocänen Schichten linsen- oder stockartige Intrusivmassen und zwar gewöhnlich in der Weise, dass alle unmittelbar über einander folgen, zuunterst der ehemalige Lherzolith, zuoberst der Diabas. Wahrscheinlich erfolgten zwei Ausbrüche, zunächst einer von Lherzolith, dann ein zweiter, dessen Magma zuunterst in Form von Gabbro, zuoberst in Gestalt von Diabas erstarrte. In dem mittelsten Glied dieser Reihe, in dem Gabbro finden sich die Erze: Eisenkies, Kupferkies, Buntkupferkies, Kupferglanz, sehr selten auch Blende und Bleiglanz, und zwar zunächst alle nur in fein eingestreuten Partikeln. An einigen Punkten kommen sie aber auch in Form von kugeligen Massen oder grösseren Klumpen vor, in deren Umgebung die Zersetzung des Nebengesteins eine besonders starke zu sein pflegt. Darin, dass die fein vertheilten Erze ursprüngliche Ausscheidungen des Magmas sind, besteht zur Zeit ziemliche Uebereinstimmung der Autoren. Dahingegen gehen die Ansichten betreffs der Kugeln und Klumpen noch sehr auseinander. Wir werden dann gleich Eigenschaften dieser Körper kennen lernen, die sehr für eine secundäre Concentration der sulfidischen Erze zu diesen Massen sprechen. Eine stricte Beweisführung für das Eine oder das Andere erscheint uns zur Zeit noch nicht möglich. Der beste Kenner dieser Gebilde, B. Lotti, hält sie jetzt für ursprüngliche Ausscheidungen.

Als specielles Beispiel für diesen Lagerstättentypus wählen wir die berühmte Fundstelle Monte Catini.

Die Kupfererzlagerstätte von Monte Catini.

Zwischen den Maremnen und den Apenninen dehnt sich in Toscana ein Hügelland aus, dessen zahlreiche, bewaldete Eruptivkuppen die sanftabgeböschten Gebiete der tertiären Mergel überragen. Auf einer dieser Kuppen liegt das Berg-

---

[1]) B. Lotti. *La génèse des gisements cuprifères des depôts ophiolithiques tertiaires de l'Italie.* Mém. Soc. Belg. de Géol. III, 1889 und in der Z. f. pr. G. 1894, S. 18.

werk Caporciano beim Monte Catini[1]), das schon von den alten Etruskern begründet sein soll. Befindet sich doch ganz in der Nähe das altetrurische Felathri, das jetzige mauerumgürtete Volterra. Die Eruptivmassen von Monte Catini sind in Gestalt einer mächtigen Linse dem Tertiär zwischen geschaltet. Die Serie beginnt unmittelbar über den das Liegende bildenden eocänen Mergeln und Kalken mit einem stark serpentinisirten Olivingabbro, der als ein in manchen Querschnitten dreiarmiger Stock rings von den Olivindiabasen (Melaphyren) des Monte Massi umhüllt wird, zum Theil aber auch zwischen diesen und den sedimentären Schichten sich eingeschaltet zeigt. Ein Längsriegel von Diabas zerlegt ihn in zwei unter einander annähernd parallele Theile, filone rosso und filone bianco. Beide keilen nach der Tiefe zu dort aus, wo die Unterlagerung mit sedimentären Gesteinen beginnt (Fig. 20). Der Serpentinstock wird allseitig durch Gleitflächen begrenzt und ist auch in seinem Inneren ausserordentlich zerklüftet und förmlich zerstückelt,

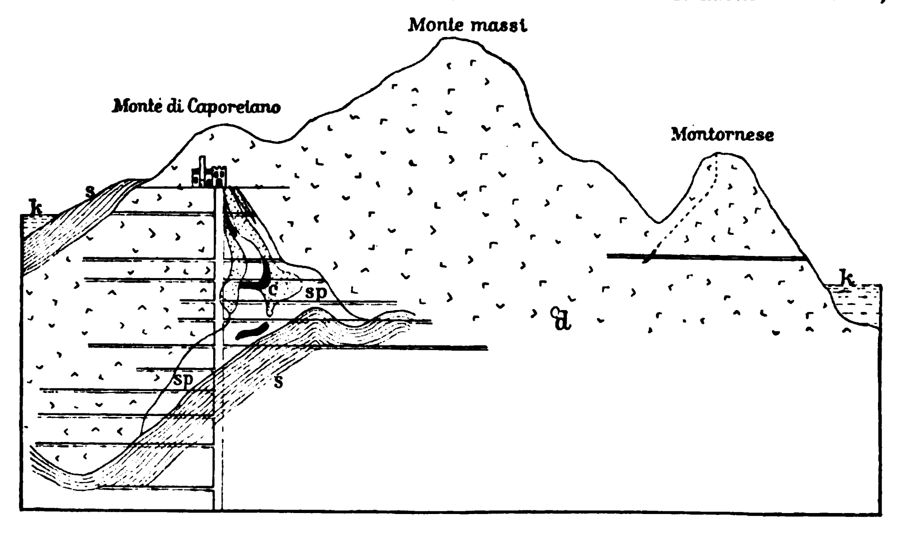


Fig. 20. *Uebersichtsprofil durch die Lagerstätte von Monte Catini in der Richtung von SSW. nach NNO.* nach Fuchs und De Launay.

s Schieferthone und kalkige Mergel des Eocän, *d* Olivindiabas, *sp* Serpentin, *c* Conglomerat, schwarze Partieen Erz, *k* jüngere Mergel und Kalke.

Vorgänge, die vielleicht ausschliesslich durch die Volumenzunahme bei der Serpentinisirung sich erklären. Gewisse Partieen des Stockes gleichen einer Breccie, deren Bruchstücke theils serpentinisirter Olivingabbro, theils zersetzter Olivindiabas sind (Fig. 21 und 22). In dieser Breccie finden sich auch concretionäre Ausscheidungen von Quarz und Chalcedon.

---

[1]) G. vom Rath. *Ein Besuch der Kupfergrube Monte Catini etc.* Z. d. D. Geol. 1865, S. 277—310. Mit 2 Tafeln. — E. Reyer. *Aus Toscana.* Wien 1884. Mit vollst. Litteratur. — B. Lotti. *La miniera cuprifera di Montecatini.* Boll. Com. geol., XV, 1884. — A. Schneider. *La miniera di Montecatini.* Append. Riv. Mineraria del 1889. — B. Lotti. *Considerazioni sintetiche sulla orografia e sulla geologia della Catena Metallifera in Toscana.* Boll. Com. geol., XXIII., 1892.

Die Erze sind ganz unregelmässig innerhalb des Serpentins oder am Contact desselben mit der erwähnten Breccie vertheilt. Sie bilden Partieen von wechselnder Gestalt. Die einen liegen ganz isolirt (Fig. 21), die anderen stehen durch Erztrümer unter einander in Verbindung (Fig. 22). Die einzelnen erreichen einen Durchmesser von mehreren Metern. Einige Male hat man sogar compacte Kupferkiesmassen von 6—10 cbm Rauminhalt angetroffen. Besonders überwiegen abgerundete Stücke, die von einer glänzend polirten, serpentinartigen Kruste überkleidet sind. Auf dieser Kruste bemerkt man oft Ritzen und Streifen als Spuren einer Bewegung innerhalb des weichen Nebengesteins und gegen andere Erzknollen hin.

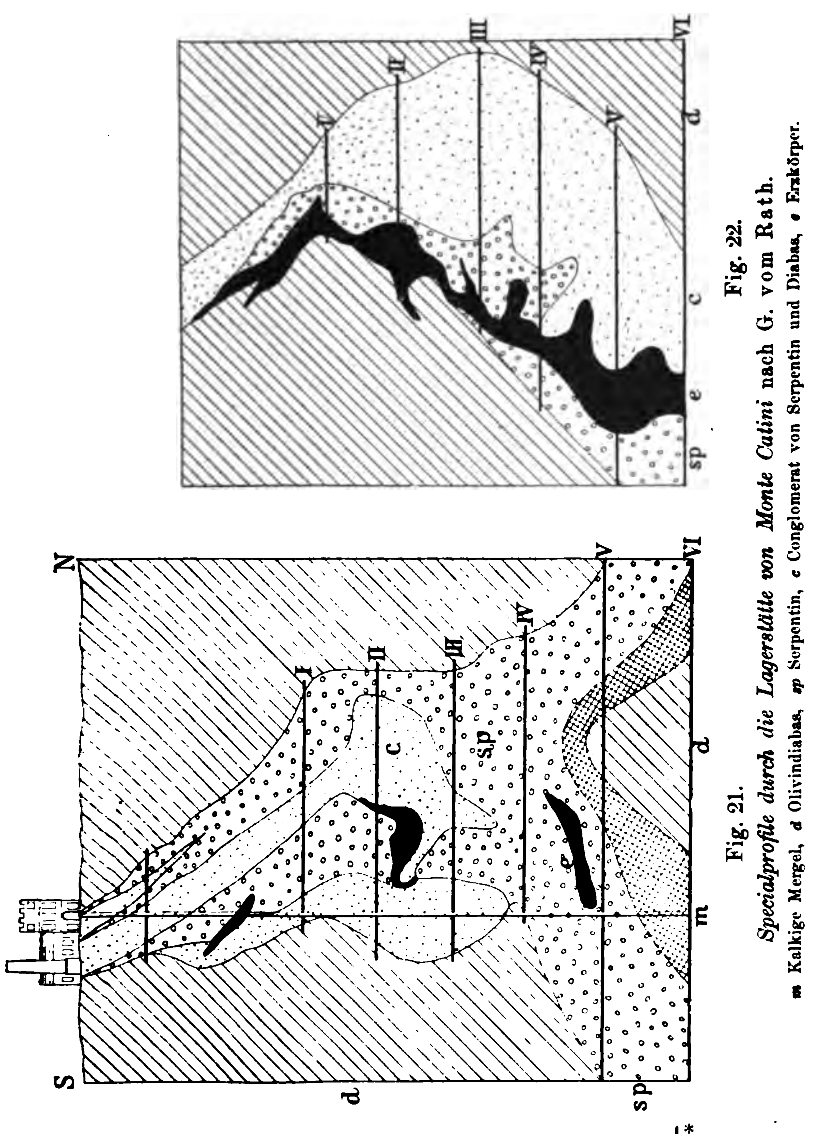


Fig. 22.

Fig. 21.

Specialprofile durch die Lagerstätte von Monte Catini nach G. vom Rath.

m Kalkige Mergel, *d* Olivindiabas, *sp* Serpentin, *c* Conglomerat von Serpentin und Diabas, *e* Erzkörper.

In der Hauptsache bestehen die Klumpen aus Kupferkies. Häufig, nicht immer, zeigen sie einen concentrischen Aufbau: einen Kern von Kupferkies umgiebt eine Hülle von Buntkupferkies und oft noch eine äusserste Kruste von Pyrit oder von Kupferglanz und gediegen Kupfer. Auch der die Knollen umgebende Serpentin enthält so viel Erz in fein vertheiltem Zustand, dass er abgebaut wird. Man unterscheidet zu Monte Catini reiche Erze bis zu 7% Kupfergehalt und ärmere mit nur 1,25—1,50%. Die unregelmässige Vertheilung der Erzmassen, ihr fragmentäres Vorkommen, der Mangel zusammenhängender Gänge oder Lager hat den dortigen Bergbau sehr erschwert, der indessen trotzdem Perioden grosser Blüthe erlebt hat. Etwa 400 m östlich vom Hauptstock wurde zwischen 150—200 m Teufe eine zweite nach OSO. gestreckte Lagerstätte, der sog. „Demetrio-Gang" mit Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz erschürft.

Nach G. vom Rath ist die Concentration der Erzmassen von Monte Catini erst während der Serpentinisirung des allerdings schon ursprünglich Erz führenden Eruptivgesteines vor sich gegangen. E. Reyer hielt die Lagerstätte für einen später stark dislocirten Gang. B. Lotti, wie angedeutet, hält die Erzklumpen für ursprüngliche Ausscheidungen.

Der im Mittelalter ruhende Betrieb von Monte Catini wurde im 15. Jahrhundert wieder aufgenommen, dann nach abermaliger längerer Unterbrechung von neuem 1828. Die Ausbeute erreichte 1860 mit 3000 t Erz ihr Maximum.

Aehnliche, aber minder bedeutende, an Serpentin geknüpfte Kupferlagerstätten kennt man ausser in Toscana und Ligurien auf der Insel Corsica (Ponte Alle Lecchia), in Serbien[1]), in Griechenland (Epidauros), im nördlichen Norwegen (Hatfjelddal).

Die von Manchem mit in diese Gruppe gestellte Lagerstätte der Cava Grande auf dem Gange Temperino in der Campiglia Maritima werden wir unter Contactlagerstätten behandeln.

3. Die Kupfererze von Ookiep in Kleinnamaland.

Nach A. Schenk[2]) sind die früher für Gänge gehaltenen Kupfererzlagerstätten von Ookiep magmatische Ausscheidungen in einem fast ganz aus Plagioklas bestehenden, nur wenig Biotit, Hornblende und Augit führendem Gestein, das stockförmig im Gneiss aufsetzt. Als Erze kennt man Buntkupfererz, Kupferkies, etwas Kupferglanz, Magnetkies und Molybdänglanz. Die Gruben lieferten zeitweilig etwa 30000 t Erz pro Jahr mit einem Durchschnittsgehalt von 27,5% Kupfer.

---

[1]) R. Beck und W. Baron v. Fircks. *Die Kupferlagerstätten von Rebelj und Wis in Serbien.* Z. f. pr. G. 1901, S. 321.

[2]) Kurzer Vortrag in der Z. d. D. geol. Ges., 53. Bd., IV. H., 1902, S. 64.

Zweiter Abschnitt.

Erze als Sedimentgesteine.

Rein ihrer Form nach gehören die genetisch als Sedimentgesteine aufzufassenden Erzvorkommnisse zugleich mit vielen auf gewisse Gesteinsbänke beschränkten Erzimprägnationen und metasomatischen Erzconcentrationen zu den schichtigen Lagerstätten, und es ist deshalb hier der Platz, einiges Allgemeine über die räumlichen Verhältnisse von solchen voraus zu schicken.

Allgemeines über die Form schichtiger Lagerstätten.

Nach der allgemein angenommenen Definition B. von Cotta's[1]) nennt man „Erzanhäufungen, welche der Schichtung oder Schieferung des sie einschliessenden Gesteines parallel verlaufen, also eine oder mehrere untergeordnete Schichten zwischen irgend einem geschichteten oder schieferigen Gestein bilden, Erzlager oder Erzflötze." Man kann dann weiterhin noch unterscheiden parallele Einlagerungen, wo ein Hangendes vorhanden ist, und oberflächliche Auflagerungen, wenn jenes fehlt, wie etwa bei einem Raseneisensteinlager. Fassen wir die schichtigen Lagerstätten als syngenetische Gebilde auf, wie es oben geschah, so ist weiterhin noch stillschweigend die Voraussetzung zu machen, dass die Erzlager und Erzflötze wenig später als ihr Liegendes, d. i. die nächst tiefere Schicht, und wenig früher als ihr Hangendes, d. i. die nächst höhere Schicht, abgelagert worden

---

[1]) B. von Cotta. *Die Lehre von den Erzlagerstätten.* Freiberg 1859. I. Bd., S. 85.

sind. Bei den metasomatischen Erzlagern und den Imprägnationslagern trifft das nur für das ehemalige Substrat zu, das später von Erz verdrängt wurde, oder dessen Porenräume nachträglich von Erz erfüllt wurden.

Wie jede andere sedimentäre Gesteinsbank können auch Erzlager durch gewisse Petrefacten (Leitfossilien) bestimmt sein, die dann gewöhnlich selbst auch in vererztem Zustand vorliegen. So ist ein bekanntes Leitfossil für die oolithischen Eisenerzflötze des Braunen Juras ein Ammonit, der Harpoceras Murchisonae, für die oberbayrischen eocänen Eisenerzflötze dagegen ein Seeigel, Conoclypeus conoïdeus.

Sehr schwierig ist es manchmal, die wahren Lager von Lagergängen zu unterscheiden (siehe später). Die Lager sind hauptsächlich durch negative Merkmale vor den Lagergängen ausgezeichnet: ihre Grenzen gegen das Hangende und Liegende sind meist nicht so scharf, sie bringen niemals Verwerfungen hervor und durchsetzen niemals ein anderes Lager oder einen Gang, sie bilden niemals gangförmige Ausläufer ins Nebengestein hinein und können nie Bruchstücke von demselben umschliessen.

In gefalteten Gebieten folgen die Lager allen Windungen der umgebenden Schichten.

Vielfach hat man früher, selbst in der Berggesetzgebung, die steil aufgerichteten Erzlager zu den Gängen gerechnet, weil der Bergbau auf solchen thatsächlich dem Gangbergbau ähnelt.

Zum Begriff dieser schichtigen Lagerstätten gehört fernerhin die Eigenschaft, dass bei einer relativ geringen Mächtigkeit des Erzkörpers in der Ebene der Schichtung eine Ausbreitung nach zwei Richtungen stattfindet. Die bekannten Ausnahmen von dieser Regel, wie die sogenannten Erzlineale im Gebiete der norwegischen Kieslager (siehe diese) gehören thatsächlich Beispielen an, die keine echten Lager oder wenigstens zweifelhafter Genesis sind. So wurde z. B. auf der Mug-Grube bei Röros in Norwegen im flach fallenden Phyllit ein Kieslager angetroffen, das 10 mal länger als breit entwickelt war, und dessen Längsrichtung mit der Fallrichtung zusammenfiel.

Vielfach hat man sich gewöhnt, von den schichtigen Lagerstätten Flötze solche zu nennen, die bei grosser horizontaler Verbreitung eine geringe und zwar dabei ziemlich constante Mächtigkeit besitzen, Lager dagegen solche, die bei geringer Verbreitung in der Fläche eine relativ grosse und dabei gewöhnlich oft wechselnde Mächtigkeit erkennen lassen.

Als extreme Beispiele können angeführt werden das Kupferschieferflötz der deutschen Zechsteinformation, das über etwa 4 □ Meilen hin seine Mächtigkeit von 0,5 m beibehält, wenn es auch nicht überall abbauwürdig ist, und die norwegischen Kieslager, deren Mächtigkeit zwischen 0—26 m schwankt und die bald aussetzen. Andere nennen die älteren Vorkommnisse Lager, die jüngeren Flötze. Die ganze Unterscheidung ist jedenfalls keine scharfe.

Der Mächtigkeit der Erzlager sind von der Natur gewisse Grenzen gesteckt. Die 90 m betragende grösste Mächtigkeit der grossen Eisenerzlinse am Sjustjernberge bei Grängesberg in Schweden dürfte wohl das äusserste bekannte Extrem darstellen, doch sind hier einige taube oder erzarme Zwischenlagen mit eingerechnet.

Nimmt die Mächtigkeit an einem Punkte bis zum Verschwinden des Erzkörpers ab, so sagt man, das Erzlager keilt sich aus (bei *a* in Fig. 23) oder es verdrückt sich nur, wenn noch ein

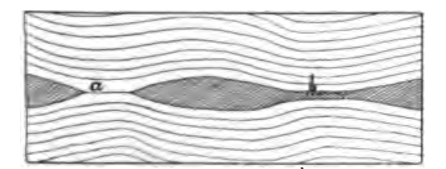


Fig. 23.
Auskeilen (a) und Verdrückung (b) eines Lagers.

Fig. 24.
Lagerzug.

schmaler Erzstreifen übrig bleibt (bei *b*), um nach einer gewissen Strecke wieder mit wachsender Mächtigkeit angetroffen zu werden oder sich wieder aufzuthun. Mitunter zeigt nach dem Auskeilen eine mit Letten belegte oder auch ganz leere Schichtenfuge den Horizont an, den der Bergmann verfolgen muss, um das Lager wieder sich aufthun zu sehen.

Häufiges Auskeilen und Wiederaufthun zerlegt eine Lagerstätte in eine Reihe von Lagern, die einem gemeinsamen Horizont angehören, und die man dann gewöhnlich als einen Lagerzug zusammenfasst (Fig. 24). Auch eine Reihe von Lagern, die nicht genau, aber wenigstens annähernd dem gleichen Horizont angehören, nennt man wohl Lagerzug. Der Lagerzug der Minettelager oder — Flötze in der Moselgegend im Horizont des Harpoceras Murchisonae ist ein Beispiel hierfür, desgleichen der doppelte Zug von Magneteisenerzlagern bei Gellivare.

Ein Lager, das bei verhältnissmässig grosser Mächtigkeit sich nach kurzer Erstreckung allseitig auskeilt, heisst man eine Linse (s. Fig. 25). Als Beispiele können viele Magneteisenerzlinsen im krystallinen Schiefergebirge gelten. Eine zwerghafte Ausgabe der Linsen sind die flachscheibenförmigen Sphärosideritconcretionen in Schieferthonen des Carbon oder des Jura, die in gewissen Gegenden auch Knopfstriche genannt werden. Ähnliche sphäroidische Gebilde sind die Muggeln der österreichischen Bergleute.

Nimmt eine Linse eine mehr unregelmässige Umgrenzung an, so geht sie je nach der Dimension über in ein Nest, eine Butze oder einen Stock (Fig. 26). Diese unregelmässigen Lagerungsformen treffen wir weniger bei den eigentlichen Erzsedimenten, als vielmehr bei den metasomatischen Erzkörpern, wie den Spatheisensteinmassen innerhalb von Kalksteinen. In anderen Fällen sind derartige Gestalten das Resultat einer Stauchung durch den Gebirgsdruck. Man kann weiterhin liegende und stehende Stöcke unterscheiden, je nachdem ihre Längsaxe horizontal oder vertical steht.

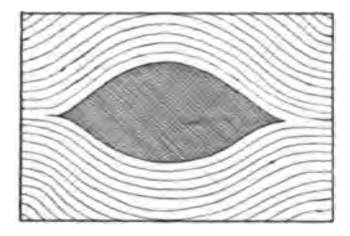


Fig. 25. *Eine Erzlinse.*

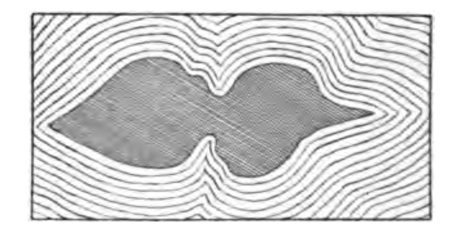
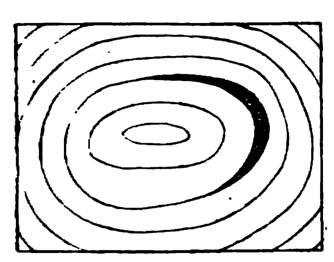


Fig. 26. *Ein Erzstock.*

Sehr häufig enthält ein schichtiger Erzkörper parallel der Schichtung eingeschaltete taube oder wenigstens geringhaltige, unbrauchbare Lagen. Solche heissen Zwischenmittel oder Bergemittel, wie z. B. die Zwischenmittel von grauem Gneiss in den schwedischen Eisenerzlagern.

In gewissen Fällen nimmt ein Erzlager nicht durch einfaches Auskeilen, sondern dadurch „seine Endschaft“, dass sich mehr und mehr schmale, taube Zwischenmittel einstellen, oder dass taube Gemengtheile des normalen Erzes an Menge mehr und mehr zunehmen, man sagt alsdann, „das Erzlager vertaubt“. Besonders häufig kommt dies bei metasomatischen Erzlagern und bei durch Imprägnation entstandenen vor. So gehen die Kies- und Blendelager der Gegend von Schwarzenberg im Erzgebirge im Streichen ganz allmählich in taube Amphibol-Granatgesteine über.

Der Theil eines Erzlagers, der von der Erdoberfläche geschnitten wird, heisst das Ausgehende, Ausstreichen oder Ausbeissen. Man unterscheidet wohl auch den eigentlichen oder offenen Ausstrich und den verdeckten Ausstrich, wenn discordante diluviale oder alluviale Schichten das Lager selbst noch verhüllen.



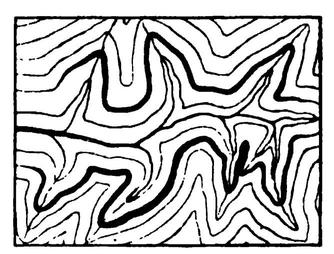


Fig. 27—29.
Verhalten der Ausstriche horizontaler Lager in verschiedenem Gelände.

Wichtig für den Bergmann und praktischen Geologen ist die Gestalt des Ausstriches eines Lagers, da sie die Wege für eine weitere Aufschliessung zeigt.

Die Figur des Ausstriches im Terrain ist abhängig einmal von der Neigung des Lagers, und dann von dem Relief des Terrains. Ein Geübter wird aus der Figur des Ausstriches auf einer genauen geologischen Karte einen sicheren Schluss auf die Einfallsrichtung und den Einfallswinkel machen können, und umgekehrt muss man diese Verhältnisse kennen, um ein Lager richtig auf eine Karte eintragen zu können. Nach K. Keilhack[1]) werden sich folgende Hauptfälle darbieten können:

1. Horizontale Lager werden Grenzlinien liefern, die den Höhencurven einer guten Karte parallel laufen. Ein horizontal auslaufendes Lager wird am Abhang eines Berges eine halbmondförmige Ausstrichfigur ergeben, in einer Thalschlucht eine zweischenkelige Figur, bei der man wohl Haupttrum und Gegentrum auf der einen und der andern Thalseite unterscheidet. An einem von seitlichen Runsen durchfurchten Thalgehänge wird ein solches horizontales Lager in Gestalt einer geschlängelten Zone zum Ausstrich gelangen (Fig. 27—29).

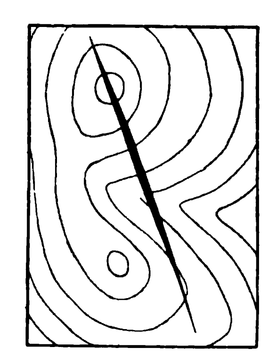


Fig. 30. *Verhalten des Ausstriches eines verticalen Lagers in verschiedenem Gelände.*

2. Verticale Lager geben in coupirtem Terrain unter allen Umständen geradlinige Grenzlinien, die ungestört über Berg und Thal laufen und zugleich die Streichrichtung darstellen (Fig. 30).

[1]) K. Keilhack. *Lehrbuch der praktischen Geologie.* Stuttgart 1896. S. 210 ff.

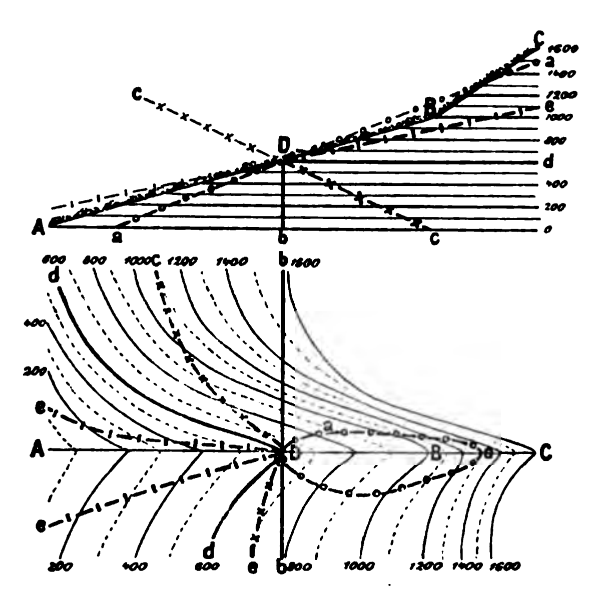


Fig. 31 u. 32.
Ausstriche verschieden geneigter Lager in einem Thal.
Nach K. Keilhack.

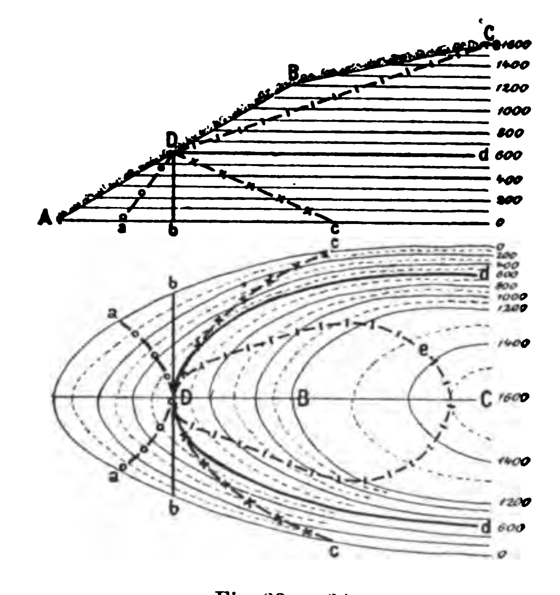


Fig. 33 u. 34.
Ausstriche verschieden geneigter Lager an einem Bergrücken. Nach K. Keilhack.

3. Complicirter gestalten sich dagegen die Ausstrichfiguren von **geneigten Lagern.** Ganz allgemein gilt hier zunächst, dass die Grenzlinien des Lagers den Höhenlinien nur dann parallel verlaufen, wenn das Streichen beider ein übereinstimmendes ist.

Laufen dagegen geneigte Grenzlinien quer gegen ein Thal, so bilden sie in demselben einen Spitzbogen; das Wasser fliesst in diesen Bogen hinein, wenn das Einfallen mit dem Thale erfolgt und steiler ist, als die Neigung des Thalweges; in allen anderen Fällen fliesst es dagegen aus dem Bogen heraus (Fig. 31 und 32).

Laufen aber geneigte Grenzflächen quer über einen Bergrücken, so bilden sie Bögen, die nach dem Fusse des Berges hin sich öffnen, wenn das Einfallen eben dorthin gerichtet und steiler als das des Gehänges ist. In den entgegengesetzten Fällen sind die Bögen gegen den Berggipfel geöffnet oder bilden wohl auch geschlossene Figuren (Fig. 33 und 34).

Beim **Aufsuchen von Erzlagern** und Lagern überhaupt wird man sich bei der Anlage von Schurfgräben, Bohrungen, Stölln oder

Schächten immer möglichst rechtwinkelig zum Generalstreichen des geschichteten Gebirges der betreffenden Gegend zu bewegen haben. Hat man das Lager gefunden, an einem zunächst vereinzelten Aufschlusspunkt gefasst, dann muss zunächst ein genaues Profil des ganzen engeren Schichtenverbandes, dem es angehört, festgestellt werden, unter Umständen mit Berücksichtigung der Leitfossilien oder gewisser petrographisch besonders charakterisirter Leitschichten. Dieses Profil wird dann besonders später oft von grösstem praktischen Nutzen sein können, wenn der Bergmann beim weiteren Ausrichten des gefundenen Lagers auf Störungen stösst.

Störungen oder Dislocationen äussern sich

1. durch Verbiegungen und Faltungen des Schichtkörpers ohne Unterbrechung des Zusammenhanges;
2. durch völlige Zerreissung der Schicht in Folge von Biegung, Druck, Stoss u. s. w. und Bildung von Rissen oder Spalten. Treten hierzu Verschiebungen der benachbarten Theile ein, so spricht man von Verwerfungen.

1. Verbiegungen.

Man kann bei der Beschreibung der verschiedenen hierbei entstehenden Formen von den geschlossenen Mulden ausgehen (Fig. 35). Ein hiervon betroffenes Lager bildet eine schalenförmige Einsenkung. Die Schalen fallen immer nach einem bestimmten Punkt oder einer bestimmten Linie zu (Muldentiefstes, Muldenlinie). Der Schichtenbau ist „umlaufend“. Die Ausstriche solcher Lager auf der Oberfläche bilden Kreise oder Ellipsen. So stellt das Mansfelder Kupferschieferflötz, von kleinen Abweichungen abgesehen, eine nur nach SO. zu offene Mulde von 4 km Breite dar.

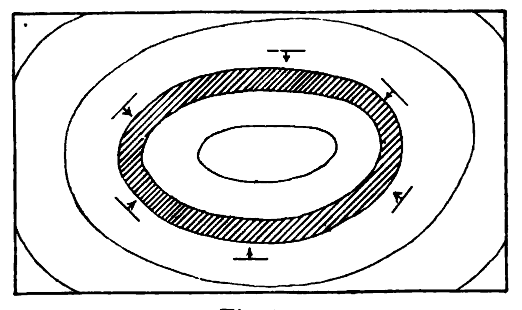


Fig. 35.
Eine geschlossene Mulde im Grundriss.

Das Gegenstück einer solchen geschlossenen Mulde, mit der Concavität nach unten zu gerichtet, ist ein geschlossener Sattel oder ein Gewölbe. Beide Formen werden auch als Synklinale (Mulde) und Antiklinale (Sattel) einander gegenübergestellt.

Sowie die Mulden- oder Sattellinie eine gewisse Länge angenommen hat und an beiden Enden durch Erosion oder andere Dislocationen sich abgeschnitten zeigt, entstehen offene Mulden und Sättel (Fig 36).

Eine jede offene Form dieser Art besteht aus zwei Flügeln, die an der Muldenlinie oder Sattellinie zusammenhängen. Der Schichtenbau bei diesen Gebilden ist nicht umlaufend, sondern geradlaufend.

Die Mulden- und Sattellinien können horizontal liegen oder gegen den Horizont geneigt sein.

Der Uebergang von einem Flügel zum andern wird gewöhnlich durch eine allmähliche Umbiegung, seltener durch eine jähe Umknickung oder mehrfach wiederholte Zickzackwendung vermittelt. In grösseren Mulden können secundäre Biegungen wieder Specialmulden und -Sättel erzeugt haben. Alle diese Erscheinungen sind z. B. sehr schön am Haupt-Spatheisensteinflötz des westfälischen Carbons zu studiren.

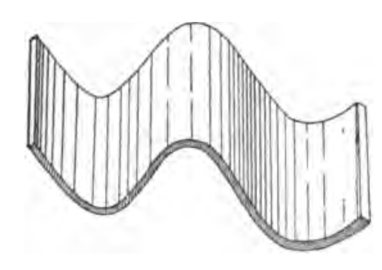


Fig. 36.
Offene Mulde und offener Sattel, zusammen eine flache Falte bildend.

Sowohl bei der Sattel- als der Muldenbildung kann es bei starkem Horizontalschub zu einer völligen Ueberkippung der Schichten kommen. Beispiele sind die überkippten, d. h. die umgekehrte Schichtenfolge zeigenden Thuringitlagerstätten im Untersilur des Steinachthales im Fränkischen Wald und das überkippte Kieslager des Rammelsberges.

Sättel, deren obere Theile durch Erosion und Denudation abgetragen wurden, heissen Luftsättel.

Ein Sattel und eine Mulde, die durch Horizontalschub eng aneinander geschlossen sind, bilden eine Falte mit einem Mittelschenkel und zwei Seitenschenkeln.

2. Verwerfungen.

Zuweilen sind die Mittelschenkel einer solchen Falte, einem solchen Zuge oder einer solchen Auswalzung und Verquetschung ausgesetzt worden, dass sie schliesslich ihren Zusammenhang verloren und längs einer Gleitfläche auseinandergezogen wurden. Solche Faltenverwerfungen führen hinüber in das Gebiet der Verwerfungen überhaupt, die aus verschiedenen Gründen nicht an dieser Stelle, sondern bei den Gängen abgehandelt worden sind.

Erzvertheilung innerhalb eines Erzlagers.

Nur bei solchen schichtigen Lagerstätten, die nicht homogene, lediglich aus Erz bestehende Gebirgskörper darstellen, also bei solchen, bei denen das Erz mit tauben, nicht metallischen Mineralien zusammen eine Schicht bildet, kann man von einer Erzvertheilung sprechen. Besonders wichtig wird die Feststellung der Erzvertheilung bei schichtigen Erzlagern sein, die durch Imprägnation entstanden sind, weil die Vertheilung hier eine sehr ungleichmässige zu sein pflegt, wie z. B. bei den goldführenden Conglomeraten Südafrikas. Die im tauben Substrat eingestreuten Erztheilchen können staubfein sein, wie beim Kupferschiefer, oder kleine Knötchen bilden, wie in den Bleiglanz führenden Buntsandsteinen von Commern, oder endlich in grösseren Concretionen vorkommen, wie bei manchen Sphärosideritlagerstätten.

Ist das Gestein, das Erz in sehr feinen Stäubchen und Körnchen enthält, ein krystalliner Schiefer, so nennt man die betreffende Lagerstätte gern ein „Fahlband“. Das Wort wurde zuerst angewandt für Eisenkies, Kupferkies, Magnetkies u. a. in feinen Körnchen enthaltende Schieferzonen von Kongsberg in Norwegen, die zwar selbst nicht abbauwürdig sind, aber als Veredler der dortigen Silbererzgänge Bedeutung haben. Deutsche Bergleute nannten diese Zonen so wegen des fahlen Aussehens ihres Gesteins im Ausgehenden, wo die Kiese zersetzt sind. Typische Fahlbänder sind die Glanzkobaltlagerstätten von Skuterud.

Die Structur der Erzlager.

Wie alle geschichteten Gesteinskörper tragen die Erzlager nicht selten einen Aufbau aus einzelnen Lagen zur Schau, wie z. B. viele Eisenerzlager. Sind Lagen verschiedener mineralogischer Ausbildung zugegen, so vermisst man an den echten Erzlagern eine symmetrische Anordnung dieser verschiedenen Bänder auf dem Querbruch. Es ist das ein durchgreifendes Unterscheidungsmerkmal gegenüber den ähnlichen Lagergängen. Ebenso sind parallel der Schichtung gestreckte Drusenräume im Allgemeinen den echten Erzlagern fremd. Gewisse Lager haben dagegen eine Eigenthümlichkeit, die den Gängen ganz abgeht, sie führen Versteinerungen oder echte Gerölle von fluviatiler oder litoraler Entstehung.

Mineralbestand der schichtigen Lagerstätten.

Als syngenetische Sedimente sind mit Sicherheit bisher wenigstens in grösserem Massstabe nur Eisen- und Manganerze nachzuweisen. Die Anführung der einzelnen Erzarten folgt in den besonderen Kategorien und Beispielen. Wichtig für die Erzlager sind gewisse, den Erzgängen völlig oder fast völlig fremde, nicht metallische Begleiter oder Lagerarten, nämlich grüne Hornblende, lichtgrüner Pyroxen, Pistazit, Granat.

Der primäre Mineralbestand pflegt im Allgemeinen bei einem Lager sich viel constanter zu verhalten, wie bei einem Erzgang, also auch nach der Tiefe zu bei aufgerichteten Lagern sich nicht zu verändern. Anders kann das bei epigenetischen Erzlagern vorkommen, wie denn z. B. das Lager von Meggen an der Lenne in dem einen Theile aus Schwerspath, in einer anderen Region aus Eisenkies besteht. Eine Ausnahme machen ferner Lager metasomatischer Entstehung, wie die Schwarzenberger, die hier als Kupfererzlager, dort als Blendelager entwickelt sein können.

Was die Verschiedenheiten im Mineralbestand in Folge secundärer Umwandlung am Ausgehenden betrifft, so gilt für die Lager dasselbe, was weiter unten ausführlich für die Gänge gesagt werden wird. Auch die Lager, wenn sie aufgerichtet sind, tragen einen Hut mit secundären Bildungen, die ganz nach dem primären Bestand sich richten. Ein Eisenkieslager trägt einen Hut von Brauneisenstein, ein Bleiglanzlager einen solchen mit viel Cerussit u. s. w.

Eintheilung der sedimentären Erzlager.

Es können die als Sedimente aufzufassenden, primären Erzvorkommnisse eingetheilt werden in solche, die sammt ihrem Hangenden und Liegenden seit ihrer Ablagerung keine oder nur ganz unbedeutende Veränderungen erlitten haben (rein sedimentäre Erzlagerstätten), und in solche, die sammt ihrem Nebengestein eine Umkrystallisirung oder sonstige, tief eingreifende structurelle Umwandlung durchgemacht haben (metamorphe Erzlagerstätten). Für die erste Gruppe sind die Seeerze und die meisten oolithischen Eisenerze, für die andere die archäischen Eisenerze typische Beispiele. Vielfach lässt sich aber eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht ziehen, und man muss sich im Allgemeinen mit der Wahrnehmung begnügen, dass die Erscheinungsweise dieser Erze desto mehr eine metamorphe wird, je älter das Vor-

kommniss ist. Wir werden daher die primären Erzlagerstätten dieser Art nach dem geologischen Alter, und zwar von den älteren zu den jüngeren fortschreitend, ordnen, nebenbei aber alle in verschiedene Gruppen nach dem jedesmal vorwaltenden Metalle eintheilen.

Zu den sedimentären Erzlagerstätten rechnen wir auch diejenigen schichtigen Lagerstätten, die Erze in feiner Vertheilung, in Form von Stäubchen, Körnchen, Blättchen oder Knötchen enthalten, vorausgesetzt, dass die Annahme erlaubt ist, dieser in einzelnen Partikeln eingestreute Erzgehalt sei gleichzeitig mit den tauben Bestandttheilen abgesetzt worden. Auch hier ist, wie z. B. bei den Eisenglimmerschiefern häufig noch eine spätere Metamorphose hinzugetreten. Im einzelnen Falle



Fig. 37. *Sphärosiderillinse aus dem Thonschiefer vom Bocksberg, längsgespalten.*
Verkleinert auf 1/4 der natürlichen Grösse.

wird es sehr schwer sein, solche sedimentäre Gebilde mit fein eingestreutem Erzgehalt gleichzeitiger Entstehung zu unterscheiden von solchen Schichten, die erst secundär mit Erz imprägnirt worden sind. Der Mansfelder Kupferschiefer z. B. wird von verschiedenen Autoren bald zu der einen, bald zu der anderen Gruppe gezogen. Die Unterscheidung wird um so schwieriger, als ja auch solche secundär imprägnirte Sedimente, wie die Kobaltfahlbänder von Modum und andere, eine spätere Metamorphose erlitten haben, die den Charakter der ursprünglichen Erzführung verwischt hat.

Wollte man ganz consequent gliedern, so müsste man mit G. Gürich[1]) diesen beiden, eben besprochenen Kategorien noch eine

[1]) Sitz.-Ber. d. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur, Febr. 1899.

dritte, eine diagenetische Gruppe schichtiger Erzlagerstätten beiordnen, nämlich Lagerstätten, bei denen die Concentration des Erzes in dem schlammigen Bodensatz eines Gewässers, ehe derselbe zum Gestein erhärtete, erfolgte, wie z. B. bei den Schieferthonen mit Sphärosideritnieren. Ein gutes Beispiel für einen derartigen Vorgang sind die bis 0,5 m grossen Sphärosideritlinsen im cambrischen Dachschiefer des Bocksberges zwischen Marktgölitz und Gräfenthal im Thüringerwald. Die peripherischen Theile dieser Gebilde sind mit Pyritkryställchen imprägnirt, deren Anordnung, wie Fig. 37 auf S. 63 zeigt, die Schichtung des von dem Sphärosiderit verdrängten Thonschiefers wiederspiegelt. Im Centrum bemerkt man ein Netz von Quarztrümern. Wir werden indessen diese kleine Gruppe mit den als normale Sedimente aufgefassten Erzlagerstätten der Einfachheit halber vereint lassen.

Es folge nun die spezielle Gliederung und Skizzirung der wichtigsten Gruppen mit besonderer Hervorhebung einzelner Beispiele.

I. Sedimentäre Eisenerzlagerstätten.

A. Sedimentäre Eisenerze innerhalb des krystallinischen Schiefergebirges.

a) Krystallinische Schiefer mit nur eingestreuten Eisenerzen.

Magnetit und Eisenglanz sind als accessorische Gemengtheile in wohl allen krystallinen Schiefergesteinen hier und dort eingestreut zu finden. Zuweilen spielen sie aber auch in Quarziten, Glimmerschiefern und ähnlichen Gesteinen die Rolle eines Hauptgemengtheiles, und die betreffenden Gesteinsschichten erlangen als minderwerthige Erzlagerstätten eine gewisse Bedeutung. Hierher gehören folgende Vorkommnisse:

Eisenglimmerschiefer.

Eisenglimmerschiefer sind körnig-schieferige Gemenge von lamellarem Eisenglanz und Quarz. Man kennt sie vom Soonwald zwischen Gebroth und Winterburg[1]), vom Berge Görgelen in der Marmarosch (Cotta), aus vielen Gegenden Norwegens und ganz besonders im alten Schiefergebirge Brasiliens[2]). Bei Itabira und Antonio Pereira bilden

[1]) Nöggerath in Karsten's Archiv, XVI, 1842, S. 515.

[2]) v. Eschwege. *Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens.* Berlin 1832.

sie mächtige Schichtensysteme zwischen Thonschiefern und Itacolumiten, desgleichen auch im nordamerikanischen Staate Südcarolina[1]). In beiden Ländern sind sie mit Goldlagerstätten verknüpft.

Itabirit.

Itabirit nennt man körnig-schieferige Gemenge von Quarz mit Eisenglanz und Magnetit, die bei Itabira, Villa rica und anderen Orten Brasiliens neben Eisenglimmerschiefern auftreten, auch bei Sutton in Canada, hier innerhalb metamorpher Silurschichten, entwickelt sind. In Brasilien enthalten sie zugleich Golderze, auch hält Hussak[2]) den Itabirit für das Muttergestein der im alluvialen „Cascalho" von Tripuhy vorkommenden Rollstücke von Zinnober. Ferner finden wir in Süd-Carolina dieses Gestein wieder und zwar in Gesellschaft von Glimmerschiefer, Itacolumiten und an Magnetitkörnchen reichen Talkschiefern, sog. Catawbiriten. Auch hier sind Goldlagerstätten aus diesem Complex bekannt.

Grössere Bedeutung als diese Vorkommnisse haben für die Praxis gewisse norwegische Lagerstätten, die wir deshalb ausführlicher skizziren wollen:

Das Eisenerzfeld von Naeverhaugen.

Dieses an der norwegischen Westküste 40 km in ONO. von der Stadt Bodö gelegene Erzrevier gehört nach A. W. Stelzner[3]) und J. H. L. Vogt[4]) dem regionalmetamorphen paläozoischen Gebirge an, das aus granatführenden Glimmerschiefern, Quarzitschiefern, Amphibolschiefern, Glimmergneissen, Pyroxengneissen, Epidotschiefern und körnig-krystallinen Kalksteinen zusammengesetzt ist. In gewissen Lagen führt der Glimmerschiefer und Quarzitschiefer sehr viele eingesprengte Blättchen von Eisenglimmer und, mehr untergeordnet, Körnchen von Magnetit. Es wechseln hierbei dünne erzreiche mit anderen erzfreien Lagen. Diese fein gebänderten Erzschichten erreichen eine Mächtigkeit von 5—7 m, local von 8—9 m. Nur durch Zusammenfaltung resultiren noch grössere Mächtigkeiten, bis 16 m. Die gebänderten Schiefer enthalten ausserdem zuweilen 10—20, selten bis 30 cm starke Reicherzlagen, in denen sich der sonst nur etwa 50% betragende Eisengehalt bis auf 58% erhöhen kann bei einem Phosphorsäuregehalt von 0,2—0,4%. Die tauben Lagen

[1]) Lieber, *Report on the geol. surv. of S.-Carolina*, 1856.

[2]) Hussak in der Z. f. pr. G. 1897, S. 65.

[3]) A. W. Stelzner. *Das Eisenerzfeld von Naeverhaugen*. Berlin 1891.

[4]) J. H. L. Vogt. *Salten og Ranen*. Kristiania 1891. Referirt in der Z. f. pr. G. 1894, S. 30.

der gebänderten Erze bestehen aus Quarz nebst etwas Hornblende, Pyroxen, Epidot und Granat. Hiernach kommen diese Erze dem schwedischen Striberg-Typus nahe (siehe S. 72).

Aehnliche Lagerstätten kennt man in Norwegen auf der Insel Tomö, nördlich von der Mündung des Ranenfjord, auf Donnesö südwestlich davon, bei Fuglvik und Ormli im N. des Langvandsees, in Dunderlandsdalen[1]) und neuerdings am Varangerfjord.

Diese Vorkommnisse bilden den Uebergang von den Lagerstätten mit nur eingestreuten Eisenerzpartikeln zu den compacten Eisenerzlagern des krystallinen Schiefergebirges. Wir betrachten von diesen zunächst die Spatheisenerzlagerstätten, sodann diejenigen von Magnetit- und Glanzeisenerz.

b) Compacte Eisenerzlager des krystallinen Schiefergebirges.

α) Die carbonatischen Eisenerzlager des krystallinen Schiefergebirges.

Bei der grossen Beweglichkeit des Eisencarbonates dort, wo es mit Kalkstein oder Dolomit zusammen auftritt, ist bei allen hierhergehörigen Lagerstätten der ursprünglich rein sedimentäre Charakter durch secundäre metasomatische Vorgänge stark verwischt. Dies gilt ganz besonders von unserem wichtigsten Beispiel, das wir im folgenden schildern.

1. Die Eisenerzlagerstätten von Hüttenberg in Kärnthen[2]).

In den Ostalpen nehmen krystalline Schiefergesteine und Granite den mittleren Zug des von W. nach O. streichenden Gebirges ein und bilden so die Central- oder Mittelzone, der die höchsten Gipfel angehören. Nördlich und südlich legen sich mit steil geneigten und vielfach dislocirten Schichten die anderen Sedimente an, zunächst eine niedrige Zone mit wesentlich paläozoischen Gesteinen, dann die schroffen und hohen Züge der mesozoischen Kalkalpen. Die Spatheisensteinlager von Hüttenberg, nordöstlich von Klagenfurt, gehören der Centralzone an.

---

[1]) Siehe hierüber H. T. Newbigin. *The silicious iron Ores of Northern Norway.* Trans. of the N. of Engl. Min. Mech. Eng., Vol. XLVII, part. 5, 1898, p. 254. Ref. in der Z. f. pr. G. 1899, S. 356.

[2]) F. Münichsdorfer. *Geologisches Vorkommen am Hüttenberger Erzberg.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1856. — F. Seeland. *Der Hüttenberger Erzberg und seine nächste Umgebung.* Mit Tafel I—IV. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 26. Bd., 1876, S. 49—112. — A. Brunlechner. *Die Form der Eisenerzlagerstätten in Hüttenberg (Kärnthen).* Z. f. pr. G. 1893, S. 301—306.

Sie bilden in Verbindung mit körnig-krystallinen Kalksteinen einen Lagerzug, der aus der Gegend von Friesach am Olsabach über Hüttenberg und Lölling und dann weiterhin über Wolfsberg bis ins Lavantthal fortstreicht. Der Kalkstein, dem die einzelnen Lager dieses Zuges eingeschaltet sind, ist Glimmerschiefern und Gneissen zwischengebettet.

Am Erzberg bei Hüttenberg, den der Volksmund die „Haupteisenwurze" des Landes nennt, bildet, wie das Profil Fig. 38 nach Seeland zeigt, das unterste Glied des ganzen krystallinen Schiefergebirges derselbe Gneiss, dem auch der bekannte Mineralienfundort der Saualpe angehört. Seine Schichten fallen nach SW. Auf ihn folgt Glimmerschiefer mit den erzführenden Kalksteinlagerungen, sowie mit Zwischenlagen von Turmalinfels (wohl einem turmalinreichen Pegmatit), Eklogit und Amphibolit. Endlich schliessen sich Phyllite an.

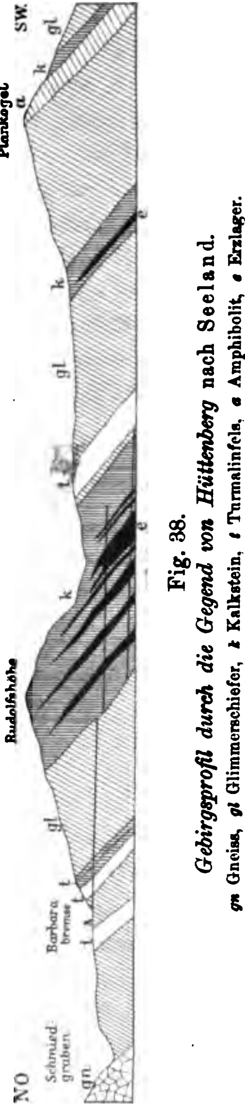


Fig. 38. *Gebirgsprofil durch die Gegend von Hüttenberg* nach Seeland.
gn Gneiss, gl Glimmerschiefer, k Kalkstein, t Turmalinfels, a Amphibolit, e Erzlager.

Das Hauptkalksteinlager erreicht am Erzberg eine streichende Länge von mehr als 2400 m und eine Mächtigkeit von 400—700 m. Linsen von Gneiss und Glimmerschiefer, auch kleinere Quarzschmitzen sind ihm eingelagert. Vielfach führt er Muscovit, sodass Uebergänge in Kalkglimmerschiefer entstehen. Auch sind hier und dort Eisen- und Arsenkies, selten Chromglimmer und Realgar eingesprengt. Stellenweise zeigt sich der Kalkstein ankeritisch (d. h. er enthält viel Eisencarbonat), ockerig oder dolomitisch.

Die Spatheisensteine, im unzersetzten Zustand dort wegen ihrer dann noch hellgrauen Färbung Weisserze genannt, zeichnen sich durch einen bedeutenden Mangangehalt aus, der sich beim Beginn der Verwitterung auf der Oberfläche durch einen violetten Schimmer (Blauerze) und schliesslich durch reichliche Ausscheidung von Wad und Pyrolusit bemerklich macht. Diese Manganerze bilden einen grauen Ueberzug der Erzflächen, den man „Schimmel" nennt. Grosse Partien der Erz-

körper sind in Brauneisenerz umgewandelt (Braunerze). Da bei diesem Uebergang von Eisenspath in Brauneisenstein trotz der Aufnahme von Sauerstoff und Wasser eine Volumenverminderung um etwa $^1/_5$ des ursprünglichen Volumens eintritt, haben diese Brauneisenerze eine cavernöse Structur[1]. In ihren Hohlräumen finden sich Glaskopfstalaktiten, zuweilen auch Göthit in der Form der Sammetblende.

Nach F. Seeland enthält der Spatheisenstein von Hüttenberg in frischeren Proben:

Eisen oder	41,28—44,33	Proc.
Eisenoxydul	47,62—56,11	„
Manganoxyd	—5,02	„
Kalkerde	0,79—1,33	„
Magnesia	3,05—4,35	„
Kohlensäure	32,79—37,70	„
Kieselsäure	—2,47	„
Wasser	0,43—2,47	„

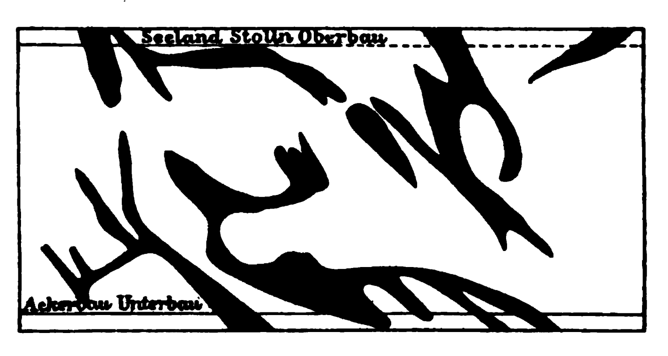


Fig. 39. *Querprofil durch einen Theil des Hüttenberger Revieres* nach Brunlechner.
Die Erzkörper sind dunkel gehalten.

Die einzelnen Erzkörper lassen zum Theil eine linsenförmige Gestalt noch gut erkennen, bilden aber in ihrer Gesammtheit dadurch, dass sie sowohl im Sinne des Streichens als auch in der Richtung der Mächtigkeit mehrfach sich aneinander lagern oder durch Ausläufer in Verbindung stehen, ein ziemlich unregelmässiges Lagerstättensystem. Am oberen Knappenberge zum Beispiel hängen alle den verschiedenen Horizonten angehörigen Erzmassen bald an dieser, bald an jener Stelle unter sich zusammen. Lagertheilungen wiederholen sich an ein und demselben

[1]) Auf diese allgemein verbreitete Erscheinung machte zuerst K. Schmeisser aufmerksam. (*Unterdevon des Siegener Landes.* Jahrb. d. k. preuss. Landesanst. 1882, S. 114.)

Erzkörper oft mehrmals. Auch im Kleinen sind die Umrisslinien der Linsen gegen den Kalkstein hin höchst unregelmässig gewunden. Oertliche, sackförmige Ausläufer von 2—3 m Länge ragen zuweilen in den Liegend- oder auch in den Hangendkalk hinein. Am Ende keilen sich die Massen entweder aus oder lösen sich in mehrere Keile oder Schnüre auf. Alles dies giebt das Profil in Fig. 39 nach Brunlechner wieder.

Stellenweise umschliesst das Erz auch Schiefer- oder Kalksteinputzen.

Vereinzelt wurden auch deutlich gangförmige Erzmassen beobachtet; im Seelandstolln nämlich sah man einen schieferigen, wohl geschichteten Brauneisenstein von jüngerem Brauneisenstein quer durchsetzt.

Im Glücklager scheinen die Lagerungsverhältnisse direct anzudeuten, dass das Erz auf dem Wege einer fortschreitenden Metamorphose des Kalksteins entstanden ist. In einer braunen, ankeritischen Grundmasse (Ankerit = $(Ca,Fe)CO_3$) befinden sich dort, wie frei schwimmend, stumpfeckige, krystalline Kalksteinfragmente, die wie abgeätzt erscheinen.

Nach Brunlechner hat eine theilweise Umlagerung der Erzkörper stattgefunden und zwar, wie folgt: Die tiefer sickernden Tagewasser bemächtigten sich der Kohlensäure, die bei der oberflächlichen Umwandlung des Siderites in Brauneisenerz frei wurde. Mit diesem Lösungsmittel beladen konnten sie nun den Eisenspath unterhalb der Oxydationszone auflösen. Der Wiederabsatz des von diesen Wassern aufgenommenen kohlensauren Eisenoxyduls musste dann dort geschehen, wo die Wasser die Sideritmassen wieder verliessen und auf $CaCO_3$ stiessen, d. i. also an den Rändern der Linsen, am Kalkcontact, durch Verdrängung des Kalksteins und Austausch des Eisen- mit dem Calciumcarbonat. Deshalb sind auch gerade die Erze solcher sackartiger Anhängsel besonders rein. Aehnliche Verdrängungen scheinen sich aber auch schon sehr früh während der Sedimentation des Kalksteines geltend gemacht zu haben. Dass indessen in der Hauptsache das Eisencarbonat direct abgesetzt worden ist, als Sediment, dafür spricht die deutliche Schichtung vieler Erzkörper, sowie die Art des Gesteinsverbandes zwischen Glimmerschiefer, Kalkstein und Siderit im Grossen.

Die Hüttenberger Lagerstätten waren schon den alten Römern bekannt. In den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts wurden pro Jahr durchschnittlich 146 000 t Erz gefördert bei 68,8% reinem Ausbringen. In den 90er Jahren belief sich die Jahresförderung auf rund 100 000 t Spath- und Brauneisenstein, die in den Hüttenwerken zu Heft, Lölling und Prevali verschmolzen werden. Im Jahre 1898 wurden 7244,1 t Spatheisenstein und 58 558,8 t Brauneisenstein producirt.

2. Gyalár in Siebenbürgen.

Eine ganz analoge, bedeutende Eisenerzlagerstätte besitzt Siebenbürgen in dem Gebirgsland südlich der Maros unweit von Vajda-Hunyad. Viele Meilen lang ziehen sich hier inmitten des Glimmerschiefergebirges krystalline Kalksteine mit mächtigen Einlagerungen von Spatheisenstein hin, der aber hier in den jetzt bebauten Teufen fast durchweg bereits in Brauneisenstein umgewandelt ist. Der Erzzug des ärarischen Eisenwerkes von Vajda-Hunyad verläuft von Vajda-Hunyad über Telek, Plotzka, Gyalár, Alun, Guniuliu, Vadu Dobre bis Ruska, wo dann die Baue der Kronstädter Eisenwerke beginnen. In den 90er Jahren wurden bei Vajda-Hunyad jährlich gegen 180000 t Brauneisenstein mit einem Gehalt von 52—56 % Eisen producirt[1]).

β) Die nichtcarbonatischen
(Magnetit- und Glanzeisenerzlager).

1. Die schichtigen Eisenerzlager des archäischen Gebirges in Schweden[2]).

Schweden ist sehr reich an Eisenerzlagerstätten, betrug doch im Jahre 1897 die Gesammtproduction an Eisenerz 2086119 t. Es sind hauptsächlich zwei grosse Gebiete, die diese Bodenschätze bergen. Das eine liegt in Mittelschweden zu beiden Seiten des 60. Breitengrades; es ist das altberühmte „Jernbäraland" mit den vielgenannten Gruben Persberg, Taberg-Nordmark, Striberg, Grängesberg, Norberg und Dannemora. Das andere dagegen hat man hoch im Norden zu suchen, dicht nördlich vom Polarkreis; es sind die neuerdings in den Vordergrund des Interesses gerückten Reviere von Gellivara, und die, bereits S. 23 geschilderten, von Luossavara, Kiirunavaara und Svappavare in der Landschaft Norrbotten. Mit Ausnahme der zuletzt genannten gehören sämmtliche Lagerstätten dem krystallinen Schiefergebirge an, dessen Gliederung daher kurz erwähnt werden muss, um die geologische Stellung der Vorkommen näher festsetzen zu können.

Nach A. E. Törnebohm[3]) gliedert sich das schwedische Urgebirge wie folgt:

---

[1]) F. Beyschlag. *Das Montanwesen auf der Milleniumausstellung.* Z. f. pr. G. 1896, S. 465.

[2]) Das Folgende bis S. 78 wurde vom Verfasser in erweiterter Form bereits in der Z. f. pr. G. 1899, H. 1, veröffentlicht.

[3]) Törnebohm. *Öfverblick öfver Mellersta Sveriges Urformation.* Geol. Fören. Förh., Bd. VI, H. 12.

Obere Abtheilung	Granite, z. Th. auch Gneisse (Wermland). Phyllitähnliche Schiefer, dunkle Hälleflinten, zu unterst mit einem Dioritlager (Grytthyttan). Porphyroïde, Hälleflinten. Feinkörnig-schuppige Gneisse (sog. Granulite oder Eurite der schwedischen Forscher). Gebänderte Gneissgranulite.
Untere Abtheilung	Rothe und graue Granite und Granitgneisse. Gebänderte Gneisse, sowie Cordieritgneisse (östliches Schweden) und Epidotgneisse (westliches Schweden). Eisengneisse (Gneisse mit fein eingestreutem Magnetit).

Eisenerze und krystalline Kalksteine — beide kommen fast immer zusammen oder nahe beieinander vor — sind im mittleren Schweden in der unteren Abtheilung nur selten, sehr reichlich vertreten dagegen in der oberen, und zwar in dem Horizont der Granulite, Porphyroïde und Hälleflinten. Die Eisenerze zerfallen hier in Magneteisenerze und Glanzeisenerze. Die ersteren sind entweder eng mit Kalkstein verknüpft oder mit einem wesentlich aus Pyroxen und Hornblende bestehenden, oft Granat und Epidot führenden Gestein, dem sog. Skarn der Schweden. Die Glanzeisenerze dagegen sind gewöhnlich unmittelbar dem Granulit zwischengelagert.

Bei der Schilderung von Beispielen unter den Grubenrevieren empfiehlt es sich, mit Norberg zu beginnen, weil hier gerade auf kleinem Raum sehr mannigfache Erztypen vorkommen. Von den vielen andern greifen wir ferner noch Persberg, Dannemora und Grängesberg heraus.

1. Norberg.

„Norberg Bergslag" innerhalb der Kirchspiele Norberg und Westanfors in Westmanland umfasst ein paar hundert Eisengruben, die auf eine schmale Zone von 20 km Länge und 3 km Breite vertheilt sind.

Sämmtliche liegen in einer aus feinkörnig-schuppigen Gneissen (Granuliten der schwedischen Autoren) und aus Hälleflinten bestehenden Gesteinszone, die beiderseitig von Granit und Gneiss begrenzt wird und Einlagerungen von Glimmerschiefer, sowie von krystallinem Kalkstein und Dolomit enthält. Es kommen dort 3 verschiedene Arten von Eisenerz vor: 1. aus krystallinem Eisenglanz bestehende Rotheisenerze oder Glanzeisenerze mit zahlreichen, äusserst dünnen Quarzitlamellen, die oft vom Gebirgsdruck gestaucht und zierlich gefältet erscheinen, sie heissen „torrstenar" d. s. trockene, eines Zuschlags bedürftige Erze; 2. feinkrystalline Magneteisenerze in inniger Verbindung mit einem Granat-Pyroxenskarn; sie bedürfen keines

Zuschlags und heissen darum „engående" d. s. selbstflüssige Erze; 3. meist sehr manganhaltige (bei Klackberg bis 7 % Mn_2O_3) Magneteisenerze in Linsen inmitten des Dolomites und Kalksteines und darum zugleich sehr kalkreich, „blandstenar" d. s. zum Zuschlag dienende Erze genannt, weil sie in der Regel anderen zugesetzt werden.

Die quarzigen Glanzeisenerze, die übrigens in ganz ähnlicher Ausbildung auch bei Striberg[1]) im Oerebrogebiet wieder gefunden und darum von den schwedischen Forschern „Eisenerze nach dem Striberger Typus" genannt werden, sind in der Hauptsache auf das untere geologische Niveau der Erzzone beschränkt. Darüber folgen vorwiegend die an Pyroxenskarn gebundenen Vorkommnisse, und im obersten Horizont wiegen die kalkhaltigen „blandstenar" der Dolomiteinlagerungen vor[2]). Der Eisengehalt der Erze schwankt zwischen 43—60 % bei einem Phosphorgehalt von nur 0,004—0,035 %. Während der Jahre 1891—95 betrug die durchschnittliche Jahresförderung 172516 t Eisenerz[3]).

Zuweilen enthalten die an Kalkstein gebundenen Magneteisenerze etwas Pyrit beigemengt und müssen daher geröstet werden, ehe sie auf den Hochofen gelangen, so z. B. auf Klackgrufva. In einzelnen Gruben treten zum Pyrit noch andere sulfidische Erze edlerer Art hinzu, und zwar so reichlich, dass man darauf baut; besonders Bleiglanz und Kupferkies werden gewonnen (siehe unter epigenetischen Erzlagern).

II. Persberg[4]).

Die der Sage nach schon seit 1390 betriebenen Eisenerzgruben von Persberg liegen in Wermland auf einer in den Yngen-See vorspringenden Halbinsel in flachhügeliger Gegend. Obwohl die Production herabgegangen ist, betrug sie zwischen 1891—95 immerhin noch durch-

[1]) Birger Santesson. *Beskrifning till Karta öfver Berggrunden af Örebro Län. II. De vigtigare Grufvefälten.* Stockholm 1889.

[2]) A. E. Törnebohm. *Om lagerföljden inom Norbergs malmfällt med karta.* Geol. Fören. Förh., II. Bd., 1874—75, S. 329. — Man vergl. ferner: G. A. Granström. *Några underrättelser om grufvorna och grufdriften inom Norbergs bergslag* in Jern-Kontorets Annaler 1876, S. 1.

[3]) Törnebohm. *Geologiska Öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag Blad 2 med Beskrifning.* 1880. — Nordenström's *Katalog Mellersta Sveriges Grufutställning.* Stockholm 1897.

[4]) A. E. Törnebohm. *Karta öfver Berggrunden inom Filipstads Bergslag.* 1874. — Derselbe. *Geognostisk Beskrifning öfver Persbergets Grufvefält.* 1875. Med en karta. — Walfr. Petersson. *Högbergs fältet vid Persberg.* 1897. — Nordenström's *Katalog.*

schnittlich 31884 t pro Jahr bei einem Eisengehalt von 53—60 % der besseren Erze. Es wird ausschliesslich Magneteisenerz (svartmalm) gewonnen. Die besten Qualitäten enthalten in ihrer fein krystallinen Masse nur ganz unbedeutende Beimengungen von Pyroxen, die ärmeren Sorten schliessen auch Granat und Talk ein. Der Phosphorgehalt beläuft sich nur auf 0,002 im Durchschnitt, höchstens auf 0,013 %. Der Gehalt an Mangan schwankt zwischen 0,20—0,35 %.

Das umgebende Gebirge besteht auch hier aus einem sog. Granulit, einem äusserst feinkörnigen Gneiss, der vielfach in dicht erscheinende, hälleflintaartige Gesteine übergeht und an ausgedehnte Granitterritorien angrenzt. Die Erzkörper in Gestalt von oft sehr unregelmässigen Linsen und ganz unförmlichen Klumpen liegen eingebettet in einem granat- und epidotführenden Salitskarn. Dieser tritt theils als selbständige Einlagerung im Granulit, theils an der Grenze mehrerer grosser Lager von krystallinem Kalkstein und Dolomit auf,

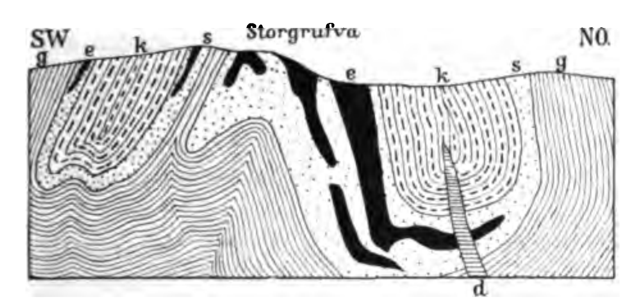


Fig. 40. ***Profil durch die Storgrufva zu Persberg.***
g Kleinkörnig-schuppiger Biotitgneiss, *k* Kalkstein und Dolomit, *s* Skarn, *e* Erzkörper, *d* Diorit.

die hier den Granuliten eingeschaltet sind. Die letztere Lagerungsform erhellt aus dem folgenden Profil durch die Storgrufva (s. Fig. 40). Der Skarn mitsammt den Erzlagern nimmt an allen den zahlreichen Faltungen Theil, denen das Grundgebirge hier ausgesetzt war. Besonders stark gefaltet und gestaucht sind die Skarnlager in dem Högbergsfeld. Walfr. Petersson will die Erfahrung gemacht haben, dass an den Umbiegungsstellen der Gebirgsfalten die bedeutendsten Erzkörper sich vorfinden. Eine besondere Art von Skarn herrscht im Gebiete der Alabamagrube, er besteht hauptsächlich aus Talk. Manchmal zeigt der Skarn eine lagenförmige Schichtung in abwechselnden Granat- und Pyroxenlagen, aber meist nur in seinen erzleeren Partien.

Die Erzkörper sind entweder scharf begrenzt oder gehen durch immer grössere Aufnahme der Mineralbestandtheile des Skarns allmählich in diesen über. Andererseits kann man zuweilen im Granulit pyroxenhaltige Bänder sich einstellen und so einen Uebergang zum Skarn sich vollziehen sehen. In manchen Theilen der Gruben ist der Magneteisenstein mit Kalkspath durchtrümert.

An vielen Stellen sieht man sogenannte „Skölar" durch die Erzlager streichen. Unter Sköl versteht man in Schweden eine meist saiger stehende, gewöhnlich ungefähr dem Streichen folgende Gleitzone, deren Masse aus chloritischen oder serpentinösen Zermalmungs- und Zersetzungsproducten besteht. Sie können bis mehrere Meter an Mächtigkeit erlangen und führen beim Grubenbau zuweilen zur Ablösung ganzer, grosser Wände.

III. Dannemora[1]).

Die berühmten Dannemoragruben liegen unweit der Bahnlinie von Upsala nach Gefle in einer flachhügeligen Gegend am Gestade des schilfreichen Grubensees. Nahe östlich davon befinden sich die Hüttenwerke von Oesterby, wo der ausgezeichnete Dannemorastahl aus den Erzen des Revieres gewonnen wird. Die Gruben werden bereits 1481 genannt, wenn auch der eigentliche Betrieb wohl erst 1532 begann. 1891—95 betrug die durchschnittliche Jahresförderung 55440 t Eisenerz und 390 t Zinkblende.

Das Dannemoraerz ist ein sehr dichter Magneteisenstein von 20—65, im Durchschnitt 50% Eisengehalt, dessen Höhe von der Menge des innig beigemengten Strahlsteines, und zwar einer manganreichen, Dannemorit genannten Varietät, und des Kalkspathes abhängt.

Die geologischen Verhältnisse sind, wie folgt, entwickelt. Inmitten eines ausgedehnten Territoriums von Granit und zwar von dem zum Theil gneissartig ausgebildeten Upsala-Granit, liegt eingeklemmt ein mächtiger Zug von Hälleflinta, von feinkörnigem Gneiss (Granulit, Eurit der Schweden) und von krystallinem Kalkstein mit beträchtlichem Mangangehalt. Die Hälleflinten von Dannemora haben von jeher die Aufmerksamkeit der Geologen erregt. Es sind zum Theil deutlich erkennbare Ergussgesteine aus der Gruppe der Quarzporphyre, zum anderen Theil stark veränderte Porphyrtuffe, die in manchmal nur papierdünnen Lagen mit dem Kalkstein wechsellagern können und so

[1]) A. E. Törnebohm. *Geologisk Atlas öfver Dannemora Grufvor vid Beskrifning.* Stockholm 1878.

ihre sedimentäre Entstehung ganz deutlich zur Schau tragen. Eingeschaltet im Kalkstein oder zwischen ihm und der Hälleflinta trifft man die Erzkörper, die drei Hauptlagerzüge bilden. Diese Züge streichen in der Richtung NNO. auf über 2 km hin und fallen unter 75—80° nach NW. ein.

Die grösste der Erzlinsen, im Mittelfelde gelegen, ist durch einen grossartigen Tagebau, Storrymningen genannt, aufgeschlossen, dessen fast senkrechte Wände bis zu 145 m Tiefe sich hinabsenken (s. Fig. 41). Zur Zeit wird nur unterirdisch, unterhalb der Sohle dieses Riesenschlundes abgebaut. Der hier ausgebeutete Erzkörper hat eine Mächtigkeit von 30 m und ist durch Schaarung dreier, nahe benachbarter Parallellinsen entstanden.

An der Grenze zwischen den oft deutlich geschichteten Erzmassen und dem Kalkstein pflegt eine Lage von Skarn entwickelt zu sein, ein häufig granatführendes Amphibol-Salitgestein mit Magnetitschmitzchen. An vielen Stellen des Grubenfeldes setzen Gänge von Felsitporphyr und Diorit durch die Lager.

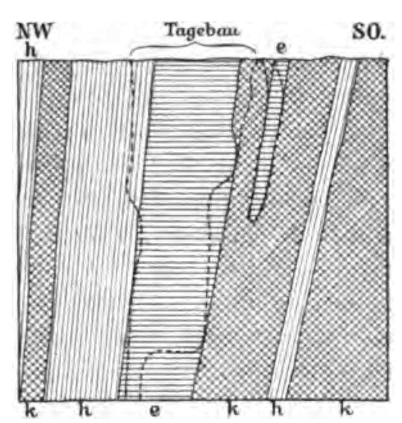


Fig. 41.
Querprofil durch Storrymningen zu Dannemora.
h Hälleflinta, *k* Kalkstein, *e* Eisenerz.

Eine ganz besondere Stellung im Dannemorarevier nimmt die Svafvelgrufva im Südfelde ein. Hier werden die Erzlager und die sie begleitenden Gesteine von Tage aus bis zu ca. 65 m Teufe hinab im Streichen schräg durchsetzt von einer breiten, gangförmigen Imprägnationszone, innerhalb deren z. Th. ziemlich bedeutende, geschlossene Massen von hauptsächlich Schwefelkies und Zinkblende sich eingestellt haben, daneben finden sich auch Bleiglanz, Magnet-, Kupfer- und Arsenkies. Eine ganz ähnliche, aber hier dem Streichen der Lager folgende, secundäre Imprägnation mit sulfidischen Erzen beobachtet man dort in ca. 230 m Teufe. Man hat im Dannemora-Südfeld früher bis 2000 t Blende pro Jahr producirt.

Schliesslich soll noch das merkwürdige Auftreten von Erdpech auf kleinen Kalkspathgängen, die die Eisenerzlager durchsetzen, erwähnt werden, wobei zuweilen Asphaltkugeln von Calcitskalenoëdern umschlossen sind.

IV. Grängesberg.

Grängesberg[1]) ist zur Zeit das bedeutendste unter den mittelschwedischen Eisenerzrevieren.

[1]) Die allgemeinen Ausführungen wesentlich nach N. Hedberg. *The Grängesberg Iron Mines in 1898.* Falun 1898. Petrographische Angaben vom Verfasser.

Das geologische Auftreten ist folgendes: Das etwa 5 km lange und 1 km breite Revier von Grängesberg liegt im südlichsten Theile von Dalarne, zum kleinen Theil auch schon innerhalb des angrenzenden Westmanland. Sämmtliche Vorkommen gehören der Granulitzone des Urgebirges an, deren vorherrschendes Gestein ein feinkörnig-schuppiger Biotitgneiss ist. Diesem ist bei Grängesberg ein mächtiges Lager eines grobflaserigen, röthlichen Granitgneisses zwischengeschaltet, in dessen Liegendem die Hauptlager sich befinden. Sämmtliche Schichten streichen nach NNO. und fallen steil nach OSO. ein. Das Revier zerfällt in vier Abtheilungen, das Lombergs-Feld im S., das Ormbergs- und Risbergs-Feld im W., das Export-Feld im O. und das Norra-Hammar-Feld im N. Die beiden ersten umfassen eine sehr grosse Anzahl kleiner Lager von Glanzeisenerz mit einer Beimischung von Magnetit und einem Phosphorgehalt von 0,02—0,8 %. Diese Erze sind theils mit einem Pyroxenskarn verknüpft, theils mit Kalkspath verwachsen.

Ganz abweichende Verhältnisse bestehen dagegen im Exportfeld. Zunächst liegen hier viel grössere Mengen vor. Es sind hauptsächlich zwei grosse linsenförmige Massen. Bei der südlichsten beträgt die grösste Mächtigkeit im Bredsjöbrottet 65 m, von hier ab nach N. zu indessen auf eine grosse Strecke hin nur 30—40 m, bis schliesslich die Linse ganz plötzlich auskeilt. Hierbei aber sind eine Anzahl 3—4 m mächtiger Zwischenmittel mit eingerechnet, sowie auch durchsetzende Pegmatitmassen. Im Uebrigen besteht der Erzkörper ausschliesslich aus feinkörnig-krystallinem Magnetit mit 60—62 % Eisengehalt und 0,7—1,2 % Phosphor. Als Beimengungen wurden Quarz, Feldspath, Flussspath und Strahlstein erkannt. Die grosse nördliche Linse am Sjustjernsberge, deren Aufschlüsse unter der Bezeichnung Bergsbogrufva zusammengefasst werden, erreicht 400 m streichende Länge und 90 m Mächtigkeit. In ihrem hangenden Theil besteht auch sie aus Magnetit, der aber hier so viel Apatit beigemengt enthält, dass der Phosphorgehalt bis zu 2,8 % steigen kann. Ausserdem sind dem Erze hier nicht selten bis 2 oder 3 cm dicke Lagen von beinahe reinem Apatitgestein zwischengeschaltet. Die liegende Hälfte der Linse dagegen besteht aus Glanzeisenerz mit 0,5—2 % Phosphor. Zuweilen liegen inmitten des feinkörnig-krystallinen Eisenglanzaggregrates grosse Oktaëder von Magnetit als Einsprenglinge. Auch die Bergsbolinse führt einige Zwischenmittel von Granulit, die bis zu 8 m Mächtigkeit anschwellen können. Aus ihrem Verlauf ersieht man, dass die ganze Erzmasse als ein Complex von mehreren dicht geschaarten Linsen aufgefasst werden muss. Ausser-

dem wird das Erz auch hier vielfach durch mächtige, stock- und gangförmige Intrusivmassen von Pegmatit durchsetzt. Dieses glimmerarme Gestein führt Apatit, Beryll und merkwürdiger Weise auch Asphalt in nierigen oder tropfenförmigen Stücken inmitten drusiger Partien, auch als Einschluss in Feldspath und Quarz. Wo die mächtigeren Pegmatitgänge Glanzeisenerz durchsetzen, haben sie dieses theilweise bis auf 2 m Entfernung hin zu Magnetit umgewandelt. Auch wird behauptet, dass die Eisenerze in der Nachbarschaft des Pegmatites einen höheren Phosphorgehalt, bis zu 2,8%, besitzen.

Das nördlichste Grubenfeld endlich, Norra-Hammargrufva, enthält einen äusserst apatitreichen Magneteisenstein mit 6—8% Phosphorgehalt. Das unmittelbare Nebengestein ist ein Hornblendegneiss mit glimmerreichen Lagen. Gerade dieses Vorkommen von Grängesberg hat ausserordentlich grosse petrographische Aehnlichkeit mit den Erzen von Gellivare. Charakteristisch für die Erze der Norra Hammargrufva sind pegmatitische Ausscheidungen mit grossen Individuen von Titanit, mit Hornblende und mit Erdpech, zuweilen auch mit Scheelit und zeolithischen Mineralien.

Nirgends bieten sich in den schwedischen Eisenerzrevieren deutlichere Hinweise auf die genetischen Verhältnisse dieser Erzmassen dar, als gerade hier bei Grängesberg. Wenn man sieht, wie beispielsweise in der Mor-Grube zwischen dem normalen Granulit und magnetitreichen Lagen ein äusserst dünnschichtiger Wechsel sich tausendfältig wiederholt, so kann kein Zweifel bestehen, dass der Magnetit und der Eisenglanz gleichzeitig mit den Bestandtheilen des Nebengesteins auskrystallisirten. Dies wird durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. In dem erwähnten Gestein von der Mor-Grube spielt der Magnetit ganz die Rolle eines mit dem Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Glimmer, die in der Hauptsache den dortigen streifigen Granulit bilden, syngenetischen Gemengtheiles. Theils kommt er in Körnern oder rundum ausgebildeten Krystallen zwischen jenen vor, theils als Einschluss inmitten von Quarz und Feldspath, theils endlich umschliesst er umgekehrt die genannten. Dasselbe gilt von den apatitreichen Erzen der Bergsbo-Linse. Auch hier lehren uns eine dünnschichtige, oft wiederholte Wechsellagerung und die gegenseitigen mikroskopischen Verwachsungsverhältnisse eine gleichzeitige Auskrystallisirung von Erz und Nebengesteinsgemengtheilen. Bei dem apatitreichen Erze von Norra Hammar-Grube deutet allerdings das mikroskopische Bild auf eine gewisse Succession in der Abscheidung der einzelnen Bestandtheile hin, die man bei den erwähnten Beispielen vermisst. Es scheint nämlich der immer einschlussfreie Apatit zugleich mit dem hier so reichlichen braunen Titanit jedesmal in den einzelnen Erzlagen am frühesten ausgeschieden zu sein. Dann folgte die Hornblende und der nicht häufige Quarz, endlich der Flussspath. Der Magnetit war vor der Hornblende nur in kleineren Individuen vorhanden, denn nur so findet er sich in jener eingeschlossen. In grösseren Körnern und Aggregaten aber hat er später die Lücken zwischen den Hornblenden ausgefüllt.

Die Frage danach, in welcher Form die Eisenverbindungen vor der Regionalmetamorphose in dem Gestein enthalten waren, dürfte nicht sicher zu beantworten

sein. Ihre jetzige mineralogische Natur erhielten sie aber jedenfalls gleichzeitig mit jener allgemeinen Umwandlung des Gesteins.

Der Erzreichthum von Grängesberg dürfte auf eine lange Reihe von Jahren anhalten. Da auf Vestra Ormberget ein Erzkörper schon bis zu 300 m Teufe verfolgt worden ist, dürften auch die anderen weit hinabreichen.

Mit seiner Totalproduction von 629802 t im Jahre 1897 überragte Grängesberg selbst Norberg gewaltig, ja sogar noch das nordschwedische Gellivare, das 1897 nur 623110 t aufweisen konnte, um ein Geringes. Diese grosse Entwickelung hat sich erst seit neuester Zeit vollzogen. Zwar waren die Erzlager von Grängesberg schon seit Anfang des 17. Jahrhunderts bekannt, aber nur ein kleiner Theil wurde abgebaut, die grössten gerade blieben so gut wie unverritzt, weil der hohe Phosphorgehalt der Erze sie für die Hochöfen ungeeignet machte. Erst seit Erfindung des Thomasverfahrens vollzog sich auch hier ein Umschwung. Die Production steigerte sich plötzlich gewaltig. Die vielen Gewerkschaften, die früher dort kleine Betriebe unterhielten, wurden jetzt zu vier grossen Gesellschaften zusammengelegt, die Hand in Hand arbeiten. Bei Weitem der grösste Theil der phosphorreichen Erze wird zur Zeit von dem an der Ostküste gelegenen Hafen Oxelösund aus in's Ausland verschifft. Die Hauptmasse geht via Stettin und Rotterdam nach Oberschlesien und Westfalen.

Im Nachstehenden geben wir einige typische Analysen verschiedener Abarten von mittelschwedischen Eisenerzen und zwar von folgenden Vorkommnissen:

I. Pyroxenhaltiges Magneteisenerz der Storgrufva zu Persberg. (Durchschnittsprobe genommen von W. Petersson.)

II. Quarziges Glanzeisenerz von Striberg [Kärrgrufva]. (Analyse von C. G. Särnström.)

III. Apatithaltiges Glanzeisenerz } von Grängesberg, Bergsbogrufva nach
IV. Apatithaltiges Magneteisenerz } N. Hedberg.

	I	II	III	IV
Eisenoxydoxydul	—	26,78	14,81	79,04
Eisenoxyd	55,24	47,32	73,50	9,13
Eisenoxydul	23,80	—	—	—
(Eisen)	57,18	52,52	62,18	63,63
Manganoxydul	0,21	0,19	0,04	0,10
Kalkerde	5,17	0,95	5,09	3,61
Magnesia	1,85	0,40	0,82	2,72
Thonerde	2,38	0,35	0,63	1,78
Kieselsäure	10,45	23,80	1,62	2,00
Phosphorsäure	0,007	0,034	3,53	2,42
(Phosphor)	0,0033	0,015	1,54	1,06
Kohlensäure	0,51	—	—	—
Schwefel	0,02	0,020	Spur	0,013
Kupfer	Spur	—	—	—
	99,637	99,844	100,04	100,813

V. Die Eisenerzlager in der Provinz Norrbotten, Gellivare und Svappavara.

Der berühmte Erzberg von Gellivare[1]), 80 km nördlich vom Polarkreis im schwedischen Lappland, Provinz Norrbotten, gelegen, durch eine 220 km lange Bahnlinie mit der Hafenstadt Luleå, künftig auch durch die Ofotenbahn mit der norwegischen Küste verbunden, umschliesst die grössten Eisenerzlagerstätten Skandinaviens. Etwa $^1/_{20}$ der Abhänge dieses Berges, im Ganzen ungefähr 65 Hectar, werden von den Ausstrichen der Eisenerzkörper eingenommen, die zu zwei Zügen geordnet sind. Das herrschende Nebengestein, dem die Lager zwischengeschaltet sind, ist ein grobkörniger, röthlicher Gneiss, den man namentlich am Gehänge der Kuppe „Välkomman“ ausstreichen sieht. Weiter südlich wird er feinkörniger und nimmt viel Hornblende auf. Immer ist er granatführend. Nach West hin geht er in Hälleflinta über. Bei den Concessionen „Capitän“ und „Frederika“ und von hier bis zur Kuppe „Tingfall“ ist er streifig durch eine Herausbildung besonders hornblendereicher Lagen und zeigt dann eine sehr starke Fältelung. Vielfach wird der Gneiss und das Erz von Granit durchbrochen, so bei „Välkomman“ und „Kungsryggen“.

Die Züge der Erzlinsen machen alle Aenderungen im Streichen des Gneisses mit, auch die feineren Fältelungen.

Das Erz besteht aus Magnetit und Glanzeisenerz und ist gewöhnlich reich an Apatit, geht stellenweise sogar in eigentlichen Apatitfels über. Von 41 Proben hatten 26 einen Eisengehalt von 70—74,3 %, 13 einen solchen von 60—70, 2 nur einen solchen von 50—60 %. Der Phosphorgehalt schwankt gewöhnlich zwischen 0,05—1,5 %. Der Schwefelgehalt ist ganz belanglos. Der Mangangehalt beträgt nur etwa 0,15 %, von Titansäure ist 0,45—1,9 % zugegen.

Das Ausgehende der Erzlinsen liegt zum Theil unter glacialem Schutt verhüllt.

Gellivare ist seit 1704 officiell als Lagerstätte bekannt. Erst 1797 eröffnete der für die Aufschliessung Lapplands verdienstvolle Hermelin einen nennenswerthen Betrieb daselbst. Der Transport geschah lediglich im Winter vermittelst von Rennthieren. Die Gruben „Koskull“ und „Capitän“ waren damals die bedeutendsten. 1837 erreichte diese erste Bergbauperiode ihre grösste Jahresproduction

---

[1]) *Berättelse om Malmfyndigheter inom Gellivare och Jukkasjärvi Socknar etc. afgiven af Chefen för Sveriges Geol. Undersökning.* 1877. Med 5 kartor. (sammt franz. Resumé). Enthält die Aufnahmen von D. Hummel, O. Gumaelius, O. Trysén und C. A. Dellwik. — Wedding. *Die Eisenerzvorkommen bei Gellivara etc.* Preuss. Z. f. B.-, H.- u. S.-Wesen, 46. Bd., 1898, S. 69—78. Mit Tafel. — Reiche weitere Litteratur in den Förh. Geol. Fören. Stockholm.

mit 540 t. Seit 1860 ruhten die Arbeiten fast gänzlich, bis sie in neuester Zeit ungeahnten Aufschwung nahmen. Im Jahre 1897 betrug die Gesammtproduction der Gellivaregruben 623 110 t Eisenerz.

Svappavara liegt zwischen den Flüssen Tornio und Kalis, 43 km in SO. von dem auf S. 25 beschriebenen Luossavara. Die Lagerstätten sind hier Glimmerschiefern und feinkörnigen Quarziten zwischengeschaltet. Sie wurden bereits 1654 entdeckt und damals bereits bebaut, erlangten aber auch erst neuerdings Bedeutung. Die Beschaffenheit des Erzes ähnelt derjenigen der Gellivare-Erze. Nur stört vielfach ein höherer Schwefelgehalt. Man kennt daselbst auch Kupferlagerstätten.

2. Die Eisenerzlager der Arendaler Gegend in Norwegen.

Im südlichen Norwegen wurden in früherer Zeit bedeutende Betriebe auf Eisenerzlagern unterhalten, die denen von Persberg verwandt erscheinen, wenn auch Th. Kjerulf und Telleff Dahl[1]) nach dem damaligen Stand des Wissens sie für gangförmige Vorkommnisse zu halten geneigt waren.

Diese Lager bilden eine etwa 25 km lange Erzzone nahe der Küste. Die wichtigsten Gruben lagen am Langsev Vand (Langsev und Vas Grube), bei Näskilen am Hellesund, auf Langö und Gamö. Das Nebengestein ist Biotitgneiss mit Einlagerungen von Glimmerschiefer, Quarzit, Hornblendeschiefer und krystallinem Kalkstein. Die aus Magneteisenerz mit etwas beigemengtem Granat und Augit bestehenden Erzkörper werden mantelförmig umgeben von einer Hülle von Skarn, der aus Granat, lichtgrünem Augit, sowie etwas Epidot und Calcit zusammen gesetzt ist. Die einzelnen Erzmassen sind von unregelmässiger Linsengestalt und erreichen 2—20 m Mächtigkeit bei einer streichenden Länge von 90—200 m. Während die Grenze zwischen Granatskarn und Nebengestein sehr scharf entwickelt ist, greift das Erz vielfach in trumartigen Ausläufern in den Skarn hinein, der übrigens auch in kleineren Linsen für sich im umgebenden Gneiss vorkommt. Die von Kjerulf und Dahl beschriebenen Fragmente des Nebengesteines in diesen Lagerstätten dürften wohl auf locale Störungen hindeuten. Die Lager selbst, besonders aber die Pegmatitgänge, von denen sie durchsetzt werden, sind reich an mancherlei z. Th. seltenen Mineralien.

3. Die Eisenerzlagerstätten von Kriwoï-Rog im südlichen Russland.

Diese Lagerstätten[2]), gewöhnlich zusammengefasst als Saxagan'sches Becken, liegen am Inguletz, der als ein rechter Nebenfluss mit NS. gerichtetem Verlauf oberhalb von Cherson sich in den Dnieper ergiesst.

---

[1]) Th. Kjerulf und Tellef Dahl. *Ueber das Vorkommen der Eisenerze bei Arendal* im Neuen Jahrb. f. Min. 1862, S. 557 mit Tafel.

[2]) Litteratur: Referate nach Arbeiten von Kontkiewitsch, Piatnitzky, Domherr, Monkowsky, Karpinsky u. a. Siehe Z. f. pr. G. 1896, S. 271; 1897, S. 182, 186, 278, 374; 1898, S. 139 (Macco). Vergl. auch L. Strippel-

Sie haben für Russland namentlich deshalb ausserordentliche Bedeutung, weil sie nahe dem Donetz-Steinkohlenbecken gelegen sind, das sich östlich vom Dnieper ausbreitet. Die Erze gehören einem stark gefalteten, NS. streichenden krystallinen Schiefergebirge an, dessen geologisches Alter noch unsicher ist. Zuoberst besteht dieses Gebirge aus kohligen Schiefern mit nur vereinzelten Erzlagen, darunter folgen die erzführenden Quarzitschiefer und noch weiter im Liegenden Thonschiefer, Aktinolithschiefer, Quarzchloritschiefer, Talkschiefer, Arkosen und itacolumitartige Glimmerschiefer, endlich Gneisse (wohl dynamometamorphe Granite) und eigentliche Granite. Die erzführenden Schichten bilden eine langhin sich erstreckende Falte. Auch im Kleinen sind die Schichten sehr stark gefaltet, wobei Quarzitbänke nach Macco in eine Kette von Quarzitknauern aufgelöst wurden, die wie Conglomeratgerölle im Thonschiefer stecken. Von dem parallel dem Saxagan-Flusse hinziehenden, doppelten Zug von Erzkörpern sind die wichtigsten die beiden bei Kriwoï-Rog abgebauten Hauptlager, ein unteres von ca. 30 m, ein oberes von 80 m Mächtigkeit. Die Erze bestehen aus grösstentheils in Rotheisenerz umgewandeltem Magneteisenerz mit 45—70 % Fe-Gehalt und 0,01—0,02 % P_2O_5. Die sehr unregelmässigen Erzmassen haben als Nebengestein einen fein gebänderten, gelblichweiss, roth oder braun gefärbten Eisenquarzitschiefer, dessen krystalline Quarzkörner zahlreiche Magnetite umschliessen. Im Jahre 1894 betrug die Production von Kriwoï-Rog bereits 880000 t und stieg seitdem bis 1900 auf etwa 2700000 t. Nach J. Cordeweener sind noch ungefähr 73 Millionen t Erz zum Abbau vorhanden.

4. Die Lagerstätten von El Pedroso in Spanien und in der Bukowina.

Auch Spanien besitzt innerhalb des krystallinen Schiefergebirges Eisenerzlager, deren Abbau sich neuerdings mehr entwickelt hat. Bei El Pedroso[1]) am Südabhang der bergbauberühmten Sierra Morena nordöstlich von Sevilla hat man auf dem Grubenfelde Juanteniente ein 4—5 m mächtiges Glanzeisenerzlager in steil aufgerichtetem Glimmerschiefer auf 600 m Länge verfolgt, während bei Navalazaro ein 6—8 m mächtiges Magneteisenerzlager, das etwas Granit und Pistazit enthält,

mann, *Süd-Russlands Magneteisenstein- u. Eisenglanzlagerstätten in den Gouvernements Jekaterinoslaw u. Cherson.* M. Vorwort von B. v. Cotta. M. geogn. Karte. 1873. — J. Cordeweener. *Geologie de Krivoï-Rog et de Kertsch.* Paris 1902. Avec 19 phot., 4 cartes et bibliogr.

[1]) F. Römer. *Ueber die Eisenerzlagerstätten von El Pedroso in der Provinz Sevilla.* Z. d. D. Geol. Ges. 1875, S. 63—69.

inmitten des Gneisses aufgeschlossen worden ist. Weitere Funde hat man neuerdings vermittelst der magnetischen Schürfung in diesem Gebiete gemacht.

Nur kurze Erwähnung mögen hier finden die Magneteisenerzlager im Glimmerschiefergebiet der südlichen Bukowina (Grube Rusaja u. a.)[1]).

Wir verlassen jetzt Europa und werfen einen Blick auf die schichtigen Eisenerzlagerstätten im krystallinen Schiefergebirge Nordamerikas.

6. Archäische (laurentische) Magneteisenerzlager Nordamerikas.

Lagerstätten von Magneteisenerz trifft man an zahlreichen Stellen Nordamerikas inmitten von archäischen Gneissen und krystallinen Kalksteinen. Die wichtigsten befinden sich im Gebiete der Highlands von New-York und New-Jersey (Tilly Foster Grube, Forest of Dean Grube) und im westlichen Nord-Carolina (Cranberry)[2]).

7. Präcambrische (algonkische) Eisenerzlager Nordamerikas.

Der Marquette Eisenerzdistrict im Staate Michigan.

Nur theilweise in die Kategorie der syngenetischen schichtigen Lagerstätten, zum grösseren Theile wohl zu den metasomatischen Gebilden gehören die neuerdings ausgezeichnet[3]) erforschten Vorkommen des Marquette-Districtes im Staate Michigan. Nach Van Hise und Bayley[3]) trifft man dort folgende geologische Verhältnisse:

Das etwa 65 km lange und 2—5 km breite Gebiet dehnt sich am Südufer des Oberen Sees zwischen Marquette und Michigamme aus. Der älteste Untergrund besteht hier aus archäischen Glimmerschiefern, Hornblendeschiefern, Gneissen, Granitgneissen und intrusiven Granitmassen. Darüber folgt, wie das Profil auf Fig. 42 zeigt, discordant die algonkische (präcambrische) Formation mit ihren zwei Unterabtheilungen, der unteren und der oberen Marquette-Formation. Die erstere besteht aus Quarziten, Dolomiten, Schiefern und dem Eisenerz führenden

[1]) B. v. Cotta. *Lehre von den Lagerstätten der Erze II.* S. 260. — B. Walther. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1876, S. 391 u. 415.

[2]) J. Kemp. *Ore Deposits of the United States,* 1900, p. 166. — H. B. Nitze. *Iron Ores of North Carolina.* N. Carolina Geol. Surv. Bull. 1, 1893.

[3]) Van Hise and Bayley. *The Marquette Iron-Bearing District of Michigan. With Atlas.* Washington 1897. U. S. Geolog. Survey. Monographs XXVIII. — J. E. Jopling. *The Marquette Range, its discovery, development and resources.* Transact. Amer. Inst. Min. Eng., 27. Bd., 1898, p. 541—555.

Schichtencomplex von Negaunee, die letztere aus Quarziten, Schiefern und z. Th. stark regional metamorphen Grauwacken und Conglomeraten, sowie basischen Eruptivdecken.

Die Eisenerz führende Negaunee-Gruppe, 300—450 m mächtig, wird in ihrem unteren Niveau, wo noch die ursprüngliche Gesteinsbeschaffenheit vorwaltet, hauptsächlich gebildet aus feinlagenförmigen Sideritquarziten, die aus abwechselnden Lamellen von Spatheisenerz und Quarz bestehen und etwa 30—40 % FeO enthalten. Diese Schiefer sind aber sehr gewöhnlich umgewandelt und zwar im unteren Niveau durch metasomatische Vorgänge in Grunerit-Magnetitquarzite. Diese setzen sich zusammen aus dünnen Lagen von Quarz, von Magnetit und solchen von Grunerit, dem fast reinen Eisenoxydulsilicat in Aktinolithform. Vielfach führen sie auch secundär gebildeten Granat. Diese metasomatischen Vorgänge denken sich die erwähnten Verfasser im Zusammenhang mit der Intrusion der für den ganzen Negaunee-Complex geradezu charak-

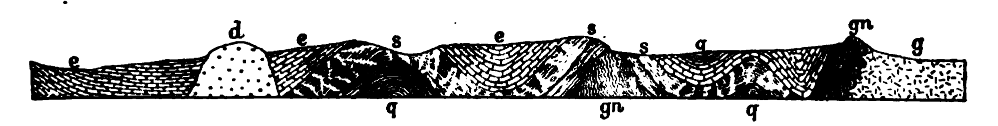


Fig. 42.
Profil durch die Gegend im S. von Negaunee nach Van Hise.
gn Gneiss, g Granit, q Quarzit, s Thonschiefer, e Eisen führende Negaunee-Schichten, d Diorit und Diabas.

teristischen Diabase, die sich in mächtigen Stöcken eingedrängt haben und in zahlreichen Gängen die Erz führenden Schichten durchschwärmen. Im Gefolge derselben hätten heisse Lösungen die Sideritquarzite durchwässert und den Austausch des Eisencarbonats mit Alkalisilicaten veranlasst. Im höheren Niveau dagegen haben sich aus den Sideritquarziten durch Umkrystallisirung unter dem Einfluss atmosphärischer Sickerwasser, die mit Sauerstoff beladen in die Tiefe drangen, zierlich gebänderte Hämatit-Limonitquarzite gebildet. Bei diesen sieht man Glanzeisenerz- und Brauneisenerzlagen mit Eisenkiesel- oder Jaspisbändern wechseln, die vom Gebirgsdruck in dem stark dislocirten Gebirge wunderlich gefaltet und vielfach zu einer Breccie zerstückelt worden sind. Krystalliner Eisenglanz ist hierbei in die Risse zwischen den einzelnen Jaspisfragmenten eingedrungen. Aus dieser leichten, chemischen Beweglichkeit der Eisenverbindungen des Negaunee-Complexes leiten nun die Verfasser auch die Entstehung der den eigentlichen Gegenstand des dortigen Bergbaues bildenden Erzkörper ab. Diese bestehen

theils aus mit Glanzeisenerz gemengtem deutlich körnig-krystallinem bis dichtem Magnetit (hard ores), theils aus rothem Hämatit mit Uebergängen in Brauneisenerz (soft ores). Sind diese Erzkörper im allgemeinen auch gebunden an ein bestimmtes stratigraphisches Niveau, so ist ihre Lage im besonderen doch sichtlich abhängig von tektonischen Verhältnissen. Die Erzmassen finden sich nämlich immer in Mulden von gefalteten, schwer durchlässigen Gesteinen oder in Trögen, die von solchen Schichten und ebenfalls schwer durchlässigen, chloritisch und talkig zersetzten Eruptivgängen gebildet werden, wie dies das beistehende Profil (Fig 43) erkennen lässt. Diese soliden Erzmassen können daher nicht durch directe Sedimentation entstanden sein, wenn sie auch genetisch ausgegangen sind von den zweifellos sedimentären Sideritquarziten. Sie wären hiernach vielmehr Anreicherungsbildungen, abgelagert durch der Tiefe zustrebende eisenhaltige Wasser, die ihre Last den oberen, durch den Faltungsprocess stark zerrütteten Schichten entnahmen. Sie würden

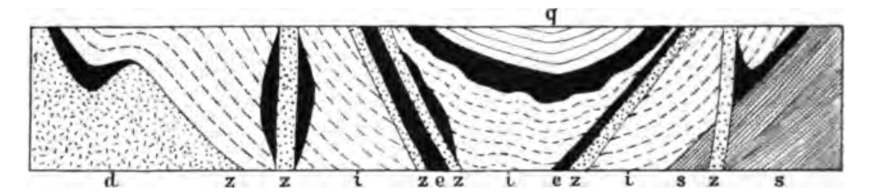


Fig. 43. ***Schema des Auftretens der Eisenerzmassen im Marquette District*** **nach Van Hise.**

s Schiefer, *i* Jaspisschiefer, *q* Quarzit, *d* Diabas und Diorit, *z* zersetzter Diabas und Diorit, *e* Erzkörper

damit ein ausgezeichnetes Beispiel von Erzlagerstätten bilden, die mit Hilfe der Descensionstheorie (siehe später) erklärt werden müssen. Die grösste Schwierigkeit findet diese Erklärung offenbar in der Frage, wie denn die Kieselsäure aus den quarzreichen Gesteinsmassen entfernt wurde, um die Räume für das einwandernde, schliesslich compacte Erzkörper bildende Eisenerz frei zu machen. Die Verfasser der Monographie suchen diese lösende und wegführende Rolle alkalischen Verbindungen zuzuschreiben, die bei der Verwitterung jener diabasischen Gesteine entstehen.

In sehr ähnlicher Weise entwickelt sind die Eisenerzlagerstätten des Menomence-Districtes an der Grenze von Michigan und Wisconsin, sowie des Penokee-Districtes in dem letztgenannten Staate und des Vermilion-Districtes nördlich vom Lake Superior im Staate Minnesota[1]).

[1]) Irving and Van Hise. *The Penokee Iron-Bearing-Series of Michigan and Wisconsin.* 1892. U. S. Geol. Surv. Monographs XIX. — Horace Winchell.

Im Jahre 1896 betrug die Jahresproduction sämmtlicher Eisenerzreviere in der Umgebung des Lake Superior 9 934 828 t. Ueber die Zusammensetzung der dortigen Erze giebt folgende H. Winchell entnommene Tabelle Auskunft, die sich auf bei 100° C. getrocknete Erze aus dem Jahre 1896 bezieht:

	Marquette Range (Barnum)	Menomenee (Appleton)	Gogebic (Anvil)	Vermilion (Chandler)	Mesabi Range (Adams)
Eisen	65,30	63,30	62,74	64,70	64,18
Kieselsäure	3,49	4,61	4,09	4,26	2,80
Phosphor	0,075	0,018	0,055	0,036	0,035
Mangan	0,36	0,27	0,82	0,13	0,40
Aluminium	1,79	1,30	1,10	1,37	0,80
Kalk	0,33	0,52	0,47	0,33	0,21
Magnesium	0,26	0,47	0,11	0,10	0,10
Schwefel	0,026	0,019	0,018	Spuren	0,007

8. Afrikanische Eisenerzlager des krystallinen Schiefergebirges.

Am besten bekannt von solchen sind die zahlreichen Eisenerzlager, die Frankreich in Algier besitzt. Die wichtigsten waren bisher die von Mokta-el Hadid (oder Ain Mokra) im Département Constantine am Fusse des südlichen Gehänges des Küstengebirges zwischen dem Cape de Fer und Bône, unweit des Lac Fezzara.

Die Erze bestehen aus Magnetit und Rotheisenerz und bilden in inniger Verknüpfung mit Kalksteinen Lager innerhalb von Granatglimmerschiefern, die ihrerseits Gneissen zwischengeschaltet sind. Das Haupterzlager hat eine Mächtigkeit von 40 m. Die Production stieg in manchen Jahren (1874) bis zu 430 000 t[2]. Neuerdings sind auch noch andere bedeutende Vorkommnisse in Angriff genommen worden.

Erwähnt mögen auch sein die Rotheisensteine, die im deutschen Schutzgebiete Togo, bei Banyeri, Kabu und Basari, den Quarziten des krystallinen Schiefergebirges zwischengeschaltet sind[3].

γ) Allgemeines über die muthmassliche Entstehung der Eisenerzlager inmitten der krystallinen Schiefer.

Den bedeutenden Arbeiten von Hj. Sjögren und J. H. L. Vogt[1]) die wir den folgenden Ausführungen im wesentlichen zu Grunde legen,

---

The Lake Superior iron-ore region. London 1897. (Federat. Inst. of min. eng.) ausführlich referirt in der Z. f. pr. G. 1898, S. 207.

[2]) E. Fuchs et L. de Launay. *Traité des Gîtes Minéraux*, 1893, I, p. 721.

[3]) Fr. Hupfeld. *Die Eisenindustrie in Togo.* Mitth. a. d. deutschen Schutzgebieten. Bd. XII, 1899, H. 4, S. 175—193.

[1]) Hj. Sjögren. *Om de svenska jernmalmlagrens genesis.* Geol. Fören. i Stockholm Förh. 13, 1891, S. 373. — J. H. L. Vogt. *Salten och Ranen.* Kristiania 1891.

verdanken wir jetzt schon einige tiefere Einblicke in die Genesis der Eisenerze des krystallinen Schiefergebirges. Eine völlig befriedigende Lösung der Frage aber dürfte es noch nicht geben.

Für die sedimentäre Entstehung zunächst der Magnetit- und Glanzeisenerzlager sprechen nach Vogt folgende Thatsachen:

1. ihre völlige Concordanz mit dem Nebengestein,
2. ihre oft ausgezeichnete Schichtung,
3. ihr Gebundensein an bestimmte stratigraphische Niveaus,
4. ihre häufige, räumliche Verbindung mit Kalkstein,
5. das Vorkommen chemisch ähnlicher Gebilde in jüngeren, nicht metamorphen Formationen.

Sjögren ist geneigt, die älteren schwedischen Eisenerzlager für lacustrische oder terrestrische, höchstens für litorale Gebilde zu halten, die er nach Art der Sumpf- und Seeerze (siehe S. 107), also unter Mitwirkung pflanzlicher Substanz aus ganz verdünnten Eisenlösungen sich ausscheiden lässt. Thatsächlich wird diese Annahme für viele Vorkommnisse durch die darin enthaltenen Substanzen wahrscheinlich pflanzlichen Ursprungs, Bergöl, Bergtheer, Bergpech und Anthracit, ermöglicht. Auch die stock- oder linsenartige Form vieler alter Eisenerzlagerstätten ist leicht erklärbar, wenn man sich vorstellt, dass sie auf einer mehr unebenen Unterlage unter lacustren Verhältnissen sich abgesetzt haben. Dem gegenüber muss aber daran erinnert werden, dass wir auch echt marine, jüngere Eisenerzlager sogar mit vererzten Ammoniten und Seeigeln kennen, wie die des braunen Jura und des Eocäns. Wie dem im einzelnen Fall auch immer sei, immer wird man anzunehmen haben, dass die Eisenerze sich zunächst am Grunde von Gewässern aus sehr verdünnten Lösungen abgesetzt haben. Die Bildung solcher Lösungen ist zu erklären durch Auflösung der in so zahlreichen älteren Gesteinen enthaltenen, fein eingesprengten Eisenerze und eisenhaltigen Silicate vermittelst von terrestrischem Wasser mit einem Gehalt von Kohlensäure, Schwefelsäure oder von organischen Säuren. (Ueber die Art der Ausfällung des Eisens siehe S. 108.) Der Absatz geschah jedenfalls ursprünglich vielfach in der Form von Eisencarbonat. Dieses wird in den meisten Fällen sofort weiter oxydirt zu Eisenoxydhydrat. Nur bei reichlicher Anwesenheit reducirender organischer Substanz hielt sich das Carbonat als solches. In anderen Fällen wurde sogleich Eisenoxydhydrat ausgeschieden. Die Kieselsäure in den quarzigen Eisenerzen kann zum Theil auch aus den Eisenlösungen stammen, die zugleich Alkalisilicate gelöst enthalten konnten. Aus einer solchen Lösung fällt

die Kieselsäure zugleich aus, wenn Eisenoxydhydrat sich abscheidet. Die Glanzeisenerze sind im allgemeinen kieselsäurereich, die Magneteisenerze kieselsäurearm. Letztere führen auch häufig Schwefelerze eingesprengt. Diese deuten auf reducirende Processe bei der Entstehung der Magneteisenerze hin, unter denen das Eisen wahrscheinlich aus kohlensauren Lösungen als Carbonat oder aus humussauren Lösungen zunächst als quellsatzsaures Eisen ausgefällt wurde, während bei der Bildung der kieselsäurereichen Glanzeisenerze diese Reductionen nicht wirksam waren.

Der Gehalt an Phosphorsäure stammt ursprünglich aus dem Apatit der Gesteine. In Pflanzen wird die Phosphorsäure angereichert und geht beim Verwesen als phosphorsaures Ammoniak in Lösung. Bei der Sedimentation der Eisenerze fiel die Phosphorsäure als Eisen- oder als Kalkphosphat mit aus.

Mangan fällt auf dieselbe Weise aus den Lösungen aus, wie Eisen, aber, da das Eisen sich schneller oxydirt, erst nach diesem, wenn die Lösung weniger Kohlensäure enthält. Man will so die Beobachtung erklären, dass Manganerze gewöhnlich über den Eisenerzen und mit kalkigen Erzen zusammen, oft gebunden an Kalk und Dolomit gefunden werden.

Erst die Regionalmetamorphose, insbesondere wohl die hierbei wirksamen Factoren, Druck, Feuchtigkeit und Wärme, bewirkten in den meisten Fällen die endliche Umwandlung des Eisencarbonates und Eisenoxydhydrates zu Magnetit oder Eisenglanz. Nicht nur die Erzlager selbst, sondern auch das Nebengestein erfahren hierbei eine völlige Umkrystallisation (siehe auch das S. 77 von Grängesberg Gesagte).

B. Eisenerze als ursprüngliche Einlagerungen innerhalb normaler Sedimente.

a) Silurische Eisenerze.

1. Die Eisenerzlager im Untersilur des mittleren Böhmens[1]).

Die böhmischen Eisenerze sind der Barrande'schen Etage D (Untersilur) eingelagert, die vorzugsweise aus Quarziten, fernerhin auch aus Schiefern, Grauwacken, Conglomeraten, Diabasen, Mandelsteinen, Diabastuffen und Schalsteinen aufgebaut ist.

---

[1]) M. V. Lipold. *Die Eisensteinlager der silurischen Grauwackenformation in Böhmen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 13. Bd., 1863, S. 339—448. Mit

Die Erze kommen innerhalb dieser Etagen in verschiedenen Horizonten vor:

Der liegende Horizont D_1, der aus Conglomeraten, Grauwacken, Grauwackenschiefern, Diabastuffen und Tuffschiefern besteht, enthält die Eisenerzlager der Šárka, von Svárov, Libečov und Chyňava. Zwei mächtige Lager von Diabastuff und Tuffschiefer, die durch Grauwackenschiefer getrennt und überdeckt werden, sind hier das eigentliche erzführende Gestein. Die Lager bestehen aus oolithischem Rotheisenerz bis zu 5 m Stärke, an anderen Stellen aus geringhaltigem, schwarzgrauem, ebenfalls oolithischem Chamosit (einem wasserhaltigen Thonerde-Eisensilicat mit geringem Magnesiagehalt). Diese Chamositlager erreichen bis zu 20 m Mächtigkeit. Die einzelnen Erzlager bilden in den Tuffschiefern langgezogene Linsen oder kurze Lager, die sich entweder auskeilen oder im Streichen in eisenarmen Tuffschiefer vertauben.

Ein hangender Horizont D_4, der wesentlich aus einer Wechsellagerung von Grauwackenschiefern und Quarziten besteht, umschliesst die Erze von Jinočan, Nučic, Chrustenic und Vraž.

Am wichtigsten ist das Erzlager von Nučic im W. von Prag.

Das Nučicer Erz besitzt eine ausgesprochene oolithische Structur. Es besteht aus einer Grundmasse von lichtbräunlichgrauem Spatheisenerz oder, und zwar häufiger, von dunkelgrauem Chamosit, worin die Oolithe als concentrischschalige Ellipsoide von Chamosit eingestreut liegen. Die Grösse dieser kleinen Concretionen schwankt gewöhnlich zwischen 1—2 mm im Durchmesser. Ein dort ebenfalls vorkommendes, sehr festes und sprödes Erz, Sklenĕnka (Glaserz) genannt, ist besonders reich an Eisenspath und Kalkspath, die die Grundmasse von Chamosit vollständig imprägniren.

Wegen des angegebenen, nicht unbedeutenden Phosphorgehaltes werden die meisten Erze dem Thomasprocess unterworfen.

Das Lager erreicht bei Nučic selbst seine grösste Mächtigkeit von 16 m; die streichende Länge ist auf 15 km festgestellt worden. Es zeigt deutliche Schichtung. Das Liegende und das Hangende bilden Grauwackenschiefer, weiterhin auch Quarzite mit untersilurischen Ver-

---

40 Figuren. — Jos. Vala und R. Helmhacker. *Das Eisensteinvorkommen in der Gegend von Prag und Beraun.* Mit 9 Holzschn., 6 Taf. und 1 Karte. Prag 1873. — C. Feistmantel. *Die Eisensteine in der Etage D des böhmischen Silurgebirges.* Abh. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. VI, Bd. 8, 1875 u. 76 und *Ueber die Lagerungsverhältnisse der Eisensteine etc.* Sitzungsber. d. k. Böhm. Ges. d. Wiss. 1878, S. 120—132.

steinerungen. Auch das Erzlager selbst hat solche geliefert, u. a. Trinucleus ornatus Barr., Asaphus nobilis Barr., Orthis macrostoma Barr. Zuweilen ist das Lager durch zersetzende Lösungen beeinflusst und gebleicht. Im Ausgehenden, bis 6—12 m Teufe, ist das Erz in Brauneisenstein übergegangen.

Die böhmischen Eisenerzlager haben mit den umschliessenden Silurschichten viele Faltungen und Verwerfungen erlitten. Namentlich auch das Nučicer Lager, das im Uebrigen eine schwebende oder flach einfallende Schichtenstellung besitzt, wird von sehr zahlreichen Verwerfern schräg durchsetzt.

Zur Zeit gehen die grössten Bergbaubetriebe, und zwar Tagebaue nebst unterirdischen Gruben, bei Nučic um, wo zwei Gesellschaften, die Prager Eisenindustrie und die Böhmische Montangesellschaft bestehen. Von den übrigen Aufschlusspunkten sind nur noch die Gruben von Zdic von grösserer Bedeutung. Im Jahre 1898 wurden in Böhmen im Ganzen 632 183,7 t Eisenerze erzeugt. Im Jahre 1899 producirten allein zu Nučic die Prager Eisenindustrie 296 734 t, die Montangesellschaft 344 718 t Erze mit dem durchschnittlichen Eisengehalt von 37,25%.

2. Die Eisenerze in dem Untersilur des Thüringer Waldes und seiner Umgebung.

Auch im tiefsten Horizont des Untersilurs im Thüringer- und Frankenwald, sowie im Vogtlande kommen oolithische Eisenerze vor, die denen in Böhmen ganz ähnlich sind[1]. In neuester Zeit hat namentlich das Vorkommniss von Schmiedefeld (Sachsen-Meiningen) unweit von Gräfenthal in Thüringen Bedeutung erlangt.

Die petrographische Beschaffenheit des Schmiedefelder Eisenerzes ist von H. Loretz untersucht worden. Hiernach besteht es aus Thuringit und aus Chamosit. Der Thuringit ist ein derbes, olivgrünes Erz von feinschuppig-blättriger krystalliner Structur, bei der Verwitterung oft oolithartig, das nach H. Loretz folgende durchschnittliche chemische Zusammensetzung besitzt:

SiO_2	22,61	Proc.
Al_2O_3	16,80	„
Fe_2O_3	15,43	„
FeO	33,10	„
MgO	1,20	„
H_2O	10,60	„
	99,74	Proc.

Der Thuringit bildet öfter kleine, dünne Lagen oder oolithartige Körnchen in gewöhnlichem, weichem Thonschiefer, die man dann Thuringitschiefer genannt

[1] C. W. von Gümbel. *Fichtelgebirge.* 1879. S. 235—236, 420—428. — Th. Liebe. *Uebersicht über den Schichtenbau Ostthüringens.* Abh. z. geol. Spezialk. v. Preussen, Bd. V, H. 4. 1884. — H. Loretz. *Zur Kenntniss der untersilurischen Eisensteine im Thüringer Walde.* Jahrb. d. k. preuss. Landesanst. 1884, S. 120—147.

hat. Der gegen den Thuringit bei Weitem vorwaltende Chamosit stellt ein **dunkelgraues**, festes, oolithisches Aggregat dar. Kleine, etwa hirsekorngrosse, **concentrischschalige** Sphäroïde von eigentlichem Chamosit, die oft etwas Eisenspath und **Quarz** enthalten, liegen gewöhnlich dicht aneinander eingebettet in einem Cement von wesentlich Eisenspath.

Wir bilden einen Dünnschliff durch einen typischen Chamositoolith von Schmiedefeld in Fig. 44 ab.



Fig. 44.
Dünnschliff durch einen Chamositoolith von Schmiedefeld
bei 50facher Vergrösserung.

Die chemische Zusammensetzung eines typischen chamositischen Eisenerzes von Schmiedefeld nach W. Böttcher folgt unter a), während b) die berechnete Zusammensetzung des eigentlichen Chamosites nach H. Loretz angiebt:

a)

SiO_2	18,63
Al_2O_3	8,48
Fe_2O_3	3,73
FeO	45,13
MgO	1,68
CaO	0,84
P_2O_5	0,44
CO_2	13,00
TiO_2	1,63
H_2O	6,44
	100,00

b)

SiO_2	29
Al_2O_3	13
Fe_2O_3	6
FeO	42
H_2O	10
	100

Ueber die Lagerungsverhältnisse ist folgendes zu sagen: Nach H. Loretz sind bei Schmiedefeld Cambrium und Untersilur durch Uebergangsschichten miteinander verbunden, durch Quarzite, ähnlich den Phycodenschiefern, und durch Griffelschiefer. Ueber diesen folgen die Eisensteinlager, deren Hangendes typische Untersilurschiefer bilden. Die Lagerung des bis 18 m mächtigen, zur Zeit von der

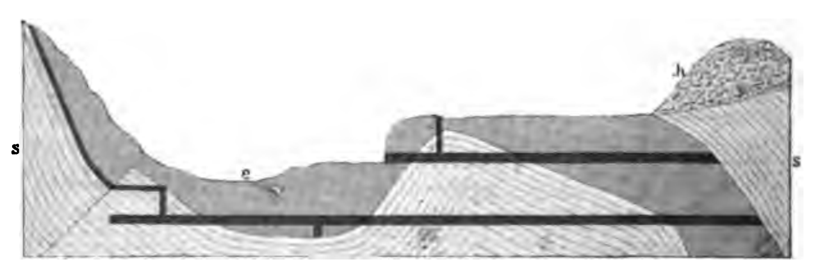


Fig. 45.
Querprofil durch das Schmiedefelder Hauptlager.
s Thonschiefer, *e* Eisenerz, *h* Halde.

Maxhütte zu Unterwellenborn bebauten Hauptlagers wird durch das Querprofil in Fig. 45 veranschaulicht, das wir der Grubenverwaltung verdanken.

Die Production von Schmiedefeld betrug im Jahre 1899 140 000 t Eisenerz.

Aehnlich entwickelt trifft man die Chamositerze und Thuringitschiefer an der Lamitzmühle im Saalthale nordwestlich von Hof und mit völlig überkippter Lagerung der Schichten im Steinachthale im fränkischen Wald. Im Leuchtholz unweit Hirschberg enthalten die Thuringitgesteine nach v. Gümbel zahlreiche Steinkerne von Orthis.

Den mitteleuropäischen untersilurischen Eisenerzen schliessen sich wegen ihrer Structur am besten an:

3. Die oolithischen Rotheisenerze von Clinton.

Die Hämatite von Clinton[1]), so genannt, weil sie bei diesem Dorfe im mittleren New-York typisch entwickelt sind, gehören dem Obersilur an. Sie bilden flötzartige, sehr ausgedehnte, in den Staaten New-York, Pennsylvanien, Wisconsin, Virginien, Kentucky, Tenessee und Alabama verbreitete Einlagerungen inmitten von Thonschiefern, Sandsteinen und unreinen Kalksteinen, die vom Niagaraschiefer über- und vom Medinasandstein unterlagert werden. Anzahl, Mächtigkeit und genaue Lage der Hämatitflötze sind schwankend. Bei Clinton giebt es 3 mit einer Gesammtmächtigkeit von 1,8—3 m, wovon aber nur 0,6 m abbauwürdig sind. Bei Birmingham, Alabama, steigt die Mächtigkeit im Ganzen bis 9 m an. Der Structur nach sind die Erze zum Theil oolithisch und werden dann wohl auch Flaxseed-Erze genannt. Hierbei liegen in einem ursprünglich kalkigen Bindemittel, das aber häufig ausgelaugt ist, flachgedrückte, concentrisch-schalige Kügelchen von Eisenoxyd mit einer Beimengung von amorpher Kieselsäure und einem Quarzkörnchen in der Mitte. Zum anderen Theil bestehen die Hämatite aus Aggregaten zahlloser Fragmente von sehr verschiedenen organischen Resten, von Bryozöen, Corallen, Crinoiden, Brachiopoden, die alle mehr oder weniger in Eisenoxyd mit beigemengter amorpher Kieselsäure umgewandelt sind und ebenfalls durch ein kalkiges Bindemittel zusammengehalten werden. In dieser Ausbildung spricht man von Fossil-Erzen. Nur selten, in grösseren Tiefen, sind beide Arten von Erz compact, von bläulicher Farbe und nahezu von metallischem Glanz, meist vielmehr rothgefärbt und von erdigem Aussehen, manchmal ganz locker. Der durchschnittliche Eisengehalt hält sich zwischen 45—48 %, der Phosphorgehalt meist zwischen 0,5—1,0 %. Nach C. H. Smyth u. A. sind diese Hämatite ursprüngliche Ablagerungen in einem Binnenmeere, welches den Abzugswassern einer ausgedehnten Fläche von krystallinen Gesteinen als Sammelbecken diente. Eisenhaltige und zugleich kieselsäurehaltige

[1]) Nach C. H. Smyth, jr. *Die Hämatite von Clinton* in der Z. f. pr. G. 1894, S. 304—313 mit Angaben der weiteren Litteratur.

Gewässer ergossen sich in dies seichte Meer, um hier die Bildung der Oolithe zu veranlassen oder den kohlensauren Kalk jener Fossilienfragmente zu substituiren, noch ehe der Absatz der hangenden Schichten begann. Eine andere Erklärung dieser rothen Hämatitflötze durch eine nachträgliche Substitution von Kalksteinbänken durch eisenhaltige Sickerwasser scheint uns von Smyth vollkommen widerlegt zu sein.

Von gleichem Alter, wie die Clintonerze, scheinen die oolithischen Hämatite der kleinen Bell-Insel dicht bei Neu-Fundland zu sein. Sie sind in Gestalt zweier 3 und 1,8 m mächtiger Flötze flach geneigten Schiefern und Sandsteinen eingeschaltet und brechen in eigenthümlich regelmässigen, parallelepipedischen Stücken.

Die oben erwähnte Betheiligung von amorpher Kieselsäure am Aufbau von Eisenoolithen ist eine ganz allgemeine Erscheinung, wie das Untersuchungen von Ch. Bleicher[1]) ergeben haben, der Vorkommen sehr verschiedener Herkunft daraufhin prüfte.

b) Eisensteine der Steinkohlenformation.

Fast überall, wo die Carbonformation Steinkohlenflötze enthält, pflegen darin auch Einlagerungen verschiedenartiger Eisensteine von mehr oder minder grosser ökonomischer Bedeutung eingeschaltet zu sein. Als eines der bestuntersuchten Beispiele dieser Art in Europa mag das folgende gelten:

1. Die Eisenerze des Ruhrkohlenrevieres.

Die Eisenerze des Ruhrkohlenbeckens[2]) sind an die dortige tiefste magere Flötzetage gebunden. Bäumler unterscheidet folgende Vorkommnisse:

I. Ein Spatheisensteinflötz.

Dies ist 0,24 bis 0,48, selten bis 1,4 m mächtig, auf eine Erstreckung von mehreren Meilen verfolgt und stellenweise abgebaut worden. Es ist jedoch keine ganz durchgehende Bank, sondern besteht aus

[1]) Ch. Bleicher. *Sur la structure microscopique du mineral de fer Lorraine.* Compt. rend. 114, 1892, S. 590. Auch in den Bohnerzen finden sich ja solche Abscheidungen.

[2]) R. Peters. *Der Spatheisenstein der westfälischen Steinkohlenformation.* Z. d. V. Deutsch. Ing., I, 1857, S. 155. — Bäumler. *Ueber das Vorkommen der Eisensteine im Westfälischen Steinkohlengebirge.* Z. f. B., H.- u. S.-Wesen im preuss. St., 17. Bd., 1868, S. 426. Mit 1 Tafel. — W. Runge. *Das Ruhr-Steinkohlenbecken.* Berlin 1892. S. 70—73.

linsenförmigen Erzmitteln bis zu 1 km Ausdehnung, die durch unbauwürdige Mittel von einander getrennt sind. Dies Erz ist ein gelblichgrauer, körnig-krystalliner Spatheisenstein ohne jede Schichtung und Schieferung mit 45,66 % Eisen (65,3 % geröstet) und kohligen Beimengungen. Das Flötz wird im Liegenden gewöhnlich durch eine bis 30 cm mächtige Kohlenbank (Kohlenpacken) begleitet, während das taube Gestein im Hangenden einige cm über dem Flötz häufig eine Lage von Sphärosideritnieren enthält. Der Horizont des Spatheisensteinflötzes liegt 80—100 m unterhalb des Mausegatt genannten Leitflötzes der mageren Flötzetage. Der Spatheisenstein macht natürlich alle Sättel und Mulden, sowie Verwerfungen der Flötzgruppe mit.

II. Kohleneisensteinflötze.

Diese begleiten die Steinkohlenflötze vorzüglich des untersten Flötzhorizonts theils im Liegenden oder Hangenden, theils als Bergemittel, theils endlich vertreten sie dieselben ganz. Dieses an Kohle sehr reiche Thoneisenerz enthält bis zu 39 % Eisen (geröstet bis zu 60 %). In den 50er und 60er Jahren sind sehr bedeutende Mengen dieses auch als Blackband bezeichneten Erzes gewonnen worden. Gegen 14 verschiedene Flötze bis über 1 m Mächtigkeit haben schmelzwürdige Erze geliefert. Diese Erze werden stellenweise so ungewöhnlich phosphorreich, dass sie zur Darstellung von Superphosphaten gedient haben.

III. Sphärosiderite.

Sphärosideritnieren mit einem Eisengehalt bis zu 45 % kommen innerhalb der Schieferthone und Kohlenflötze des unteren Niveaus nicht selten vor, schliessen sich zuweilen auch zu ausgedehnten Lagern von Thoneisenstein zusammen.

Die Production von Eisenerzen im Ruhrkohlengebiet erreichte im Jahre 1890 nach Bäumler 167 609 t.

2. Carbonische Eisenerze in Oberschlesien und Sachsen.

Auch das oberschlesische Kohlenrevier enthält abbauwürdige Eisensteine[1]). Besonders häufig sind Sphärosiderite innerhalb der Schieferthone, selten, wie in der Oberbank des Saara Grubenflötzes und in Czernitz sind auch Kohleneisensteinflötze zur Entwicklung gelangt.

---

[1]) F. Römer. *Geologie von Oberschlesien.* 1870. Anhang von W. Runge. S. 533 u. 534.

Die Sphärosiderite sind in grossen, linsenförmigen und knolligen Massen abgelagert, die sich auf wenige Meter im Streichen erstrecken können. Fig. 46 giebt ein Bild von diesem Vorkommen.

Die Hauptförderung hatte in den 60er Jahren statt bei Antonienhütte, Friedenshütte und Ruda, bei Zalenže, bei Janow, Ordesze, Dubensko und Ornontowitz.

An manchen Punkten, wie bei Zalenže, hat man beobachtet, dass die Sphärosiderite vorzugsweise über den flachen Einsenkungen der Steinkohlenflötze sich finden.

Im Jahre 1900 wurden in Oberschlesien 7 147 t carbonische Eisenerze gefördert.

In Sachsen sind im Zwickauer Revier[1]) zeitweilig neben den Steinkohlen Sphärosiderite und Kohleneisensteine gefördert worden.

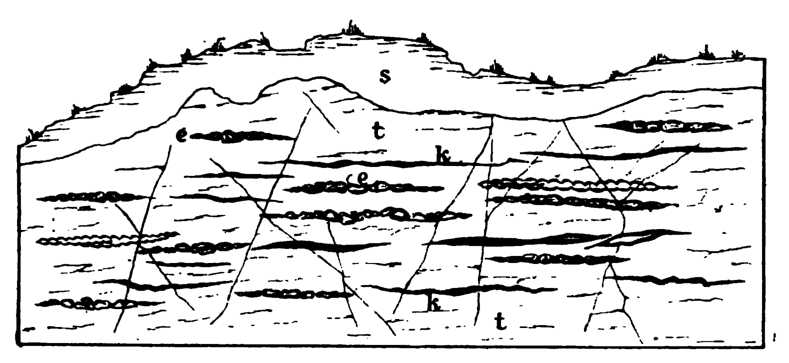


Fig. 46. *Profil durch den carbonischen Schieferthon bei Janow* nach F. Römer.

s Sand, *t* Schieferthon, *e* Sphärosideritlinsen, *k* Kohlenschmitzen und verkohlte Sigillarienstämme.

Erstere traten namentlich reichlich in der Region des Russkohlenflötzes und Segen Gottes-Flötzes (unterer Flötzzug) innerhalb der Schieferthone auf. Kohleneisenstein bildete z. B. in der unteren Flötzabtheilung im Bahnhofschachte bei Zwickau ein 0,2 m mächtiges Lager, das Adern von Zinkblende enthielt, übrigens aber nur geringe Ausdehnung besass.

Beim Steinkohlenwerke Kästner & Comp. in Reinsdorf bei Zwickau hat man ganz neuerdings[2]) unter dem Russkohlenflötz ein bis 0,8 m mächtiges Spatheisensteinlager nachgewiesen.

---

[1]) H. Mietzsch. *Erläuterungen zu Section Zwickau der geol. Spez.-K.* 1877. S. 11.

[2]) Jahrb. f. B. u. H. in Sachsen, 1899, S. 141.

Auf Klüften des Sphärosiderites zwischen dem 3. und 4. Flötz des Hilfe Gottes-Schachtes bei Zwickau wurde neben Zinkblende und Eisenkies auch der seltene Whewellit gefunden.

Auch die österreichischen Ostalpen bergen in der Steinkohlenformation Spath- und Brauneisenerzlager, so bei Turrach im SW. von Murau, wo 1898 5327,3 t Brauneisenerz gefördert wurden.

3. Carbonische Eisenerze in Grossbritannien.

Grossbritannien ist reich an derartigen Vorkommnissen.

In Süd-Wales werden nach H. Louis[1]) die meisten Eisensteine in der unteren Abtheilung der productiven Steinkohlenformation angetroffen. Manche der dortigen zahlreichen Kohleneisensteinflötze scheinen durch das ganze Becken hin verbreitet zu sein, wie z. B. das Three-quarter Balls Flötz. Die Hauptbetriebe auf Eisenstein befinden sich bei Ebbw Vale, Blaenafon, Pontypool, Abercarn und Dowlais. Die Erze enthalten 21—38% Eisen. Die Production von ganz Süd-Wales betrug im Jahre 1880 an 170000 t.

Ein zweites wichtiges Verbreitungsgebiet liegt in Schottland. Die dortigen „blackband" genannten Kohleneisensteinflötze kommen nach H. Louis sowohl in der oberen, wie der unteren Abtheilung der Steinkohlenformation vor. Die obere Abtheilung enthält 7 Flötze, unter denen das Slatyband die grösste Mächtigkeit bis 0,9 m erreicht, die untere umschliesst 3 Flötze von 0,3 m Mächtigkeit. Diese Erze enthalten so reichliche kohlige Substanz, dass sie ohne Feuerung in Stadeln brennen und ein Material von 50—70% Eisengehalt hinterlassen. Ausserdem kommen Thoneisensteine vor, so besonders bei Banton und Denny. Im Jahre 1881 wurden in Schottland 1402700 t Blackbanderze und 1192675 t Thoneisensteine gefördert. 1894 aber war die Gesammtausbeute auf 631304 t zurückgegangen.

c) Die Erze der wahrscheinlich permischen Eisenerzformation der Nordalpen.

Sehr reich an Eisenerzlagerstätten ist die sogenannte Grauwackenzone zwischen der aus krystallinen Gesteinen gebildeten Centralkette und den nördlichen Kalkalpen in Tyrol, im Salzkammergut, in Steiermark und Niederösterreich. Erst neuerdings ist durch M. Vacek Klarheit in die geologische Gliederung dieser verwickelten Region ge-

[1]) Phillips-Louis. *Ore Deposits*, 1896, p. 285 and 323.

kommen, und damit auch die bis dahin noch sehr umstrittene stratigraphische Stellung dieser Eisenerze festgelegt worden. In dem Gebiete zwischen Enns und Mur besteht die Eisenerzzone aus Spath- und Brauneisensteinen, sowie aus schieferigen, conglomeratischen und breccienartigen Gesteinen, besonders auch aus Kalksteinbreccien mit sericitischem Bindemittel, deren Fragmente aus dem Obersilur stammen. Gewöhnlich bilden die Eisenerze die liegenderen Schichten und lagern, wie bei Eisenerz discordant auf unterdevonischem Kalk, manchmal aber auch auf älteren Gneissen. Die Schiefer und Breccien, die z. B. bei Admont vorherrschen, bei Eisenerz dagegen nur ganz untergeordnet mit auftreten, werden oft discordant von den untertriasischen Werfener Schiefern überlagert. Das Alter der Formation schwankt noch zwischen Oberdevon bis Perm, ist aber sehr wahrscheinlich permisch.

Eine fortlaufende Reihe von Aufschlusspunkten solcher Eisenerze lässt sich immer an der Basis der discordant aufgelagerten untern Trias verfolgen von Schwatz und Pillersee in Tyrol über Dienten, Flachau und Werfen in Salzburg, Lietzen, Admont, in der Radmer, Eisenerz, am Feistereck, an der Veitsch und Neuberg in Steiermark bis nach Reichenau in Niederösterreich. Die grösste Entwicklung erreichen die Lager unstreitig am Erzberg bei Eisenerz, dessen kurze Beschreibung hier folgen möge.

Wichtigste Litteratur über Eisenerz:

F. Ritter von Ferro. *Innerberger Hauptgewerkschaft.* Tunners mont. Jahrb. Bd. III. 1845. S. 197.

A. von Schouppe. *Erzberg bei Eisenerz.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1854. S. 396. Mit Tafel.

A. Miller von Hauenfels. *Die steiermärkischen Bergbaue.* Sep. aus: *Ein treues Bild des Herzogth. Steiermark.* Wien 1859. S. 14.

D. Stur. *Vorkommen obersilur. Petrefacten am Erzberg.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1865. S. 267.

F. von Hauer. *Geologie der österr. Monarchie.* 1875. S. 223.

M. Vacek. *Ueber den geologischen Bau der Centralalpen zwischen Enns und Mur.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1886. S. 71.

— —. *Skizze eines geologischen Profiles durch den steierischen Erzberg.* Mit 1 Tafel. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1900. Bd. 50. S. 23.

Der Erzberg bei Eisenerz.

Eisenerz liegt auf der Nordwestseite des Prebichelpasses, der das bei Hieflau nach der Enns führende Thal mit dem bei Leoben in die Mur mündenden Thal verbindet. Die Gegend liegt in einer Einsenkung des Hochgebirges zwischen den Niederen Tauern im Westen und dem

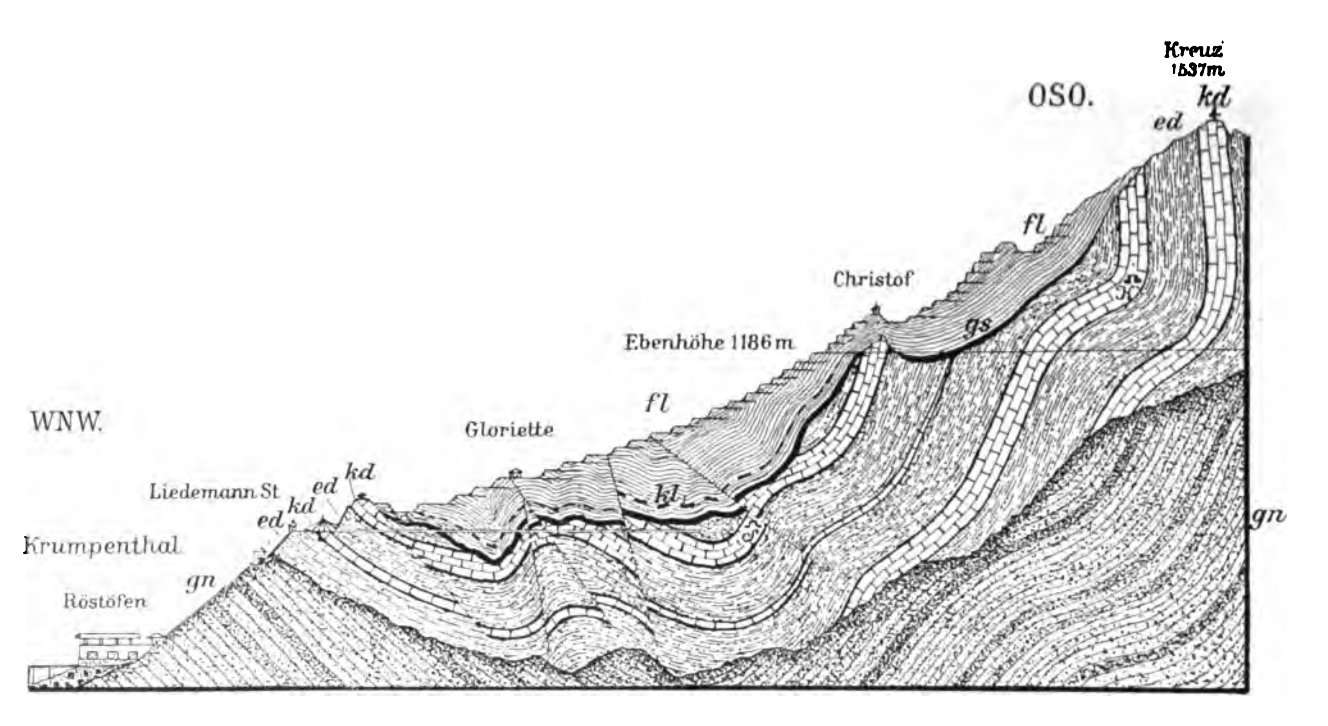


Fig. 47. *Profil durch den Erzberg von Eisenerz*
nach M. Vacek.

gn gneissartige Gesteine („Eisenerzer Grauwacke"), **kd** unterdevonischer Kalkstein, **ed** unterdevonische Eisenerze und Rohwände, **fl** „Flinze", Spatheisenerz des ? Perm, **kl** unreine Kalklage darin, **gs** Grenzschieferzone des ? Perm.

Hochschwab im Osten. Der Erzberg erhebt sich als ein nahezu freistehender 1537 m hoher Kegel, auf dessen Spitze man einen prachtvollen Rundblick geniesst. Der obere Theil dieses Kegels stellt eine riesige Anschwellung innerhalb eines Eisenerzlagers dar, das nach M. Vacek discordant auf unterdevonischem Kalkstein mit Bronteus palifer Beyr. u. a. ruht. Diese Discordanz zeigt sich namentlich in Kalksteinklippen, die aus dem Liegenden in die Erzmasse hineinragen. Das beistehende Profil nach M. Vacek in Fig. 47 giebt ein deutliches Bild der Lagerungsverhältnisse. Man sieht daraus, dass unter den unterdevonischen Kalksteinen des Liegenden, den sog. Sauberger Kalken, discordant noch die früher sog. körnigen Grauwacken von Eisenerz folgen, die Vacek als Gneisse erkannt hat. Im nordöstlichen Theile des Erzberges, im Söbberhaggen, folgt das Erz über diesem grauwackenartigen Gneiss. Noch ist zu bemerken, dass man im östlichen Reviertheile, in der Gegend der Barbara-Kapelle, die Eisenerzmasse des Erzberges discordant von den Werfener Schiefern überlagert sieht, die nach N. einfallen. Sie beginnen gewöhnlich mit einer Breccienbildung, wie im Peter Tunner-Stolln. Im westlichen Theile des Erzberges aber, durch den unser Profil gelegt ist, sind diese untertriasischen Werfener Schichten bereits denudirt, und die Erze stehen frei zu Tage an.

Nach den Angaben F. v. Hauers schwillt die Mächtigkeit des Erzlagers stellenweise bis zu 125 m an. Doch ist ein Theil der Erzmasse mit Rohwand, d. h. Ankerit in den verschiedensten Zwischenstufen bis zum gewöhnlichen Kalkstein verbunden. Das Erz „verrohwandet" mehrfach, wie man dort zu sagen pflegt.

Der mittlere Eisengehalt des Erzes beträgt 40 %. Der Spatheisenstein ist fast ganz frei von Sulfiden, umschliesst nur ganz spärlich Eisen- und Kupferkieskörnchen, selten auch etwas Zinnober, der kleine Trümer bildet. Der Phosphorgehalt erreicht kaum 0,01 %.

Der Bergbau von Eisenerz reicht zurück bis in die Römerzeit. Angeblich sollen früher Documente vorhanden gewesen sein bis zurück zum Jahre 712 nach Christi Geburt. Jedenfalls erwähnen schon die römischen Schriftsteller das „norische Eisen". Der Abbau geschieht durch terrassenförmig am Gehänge ansteigende Tagebaue und durch unterirdischen Betrieb. Im Jahre 1898 erzeugten

Die Innerberger Gewerkschaft bei Eisenerz .	923454,2 t	Spatheisenstein
Die Vordernberger „ (Oesterreichische Alpine-Montangesellschaft)	75038 t	„
Der Bergbau Veitsch	152,5 t	„
Der Bergbau Olimie bei Windisch-Landsberg	965 t	„

d) Permische Sphärosiderite.

In den Acanthodes-Schiefern der Lebacher Schichten des Unterrothliegenden von Saarbrücken finden sich zahlreiche flachellipsoidische Thoneisensteinconcretionen, die oft organische Reste, z. B. solche von Archegosaurus und Walchia, umschliessen. Sie werden „Knopfstriche“ genannt.

Bei Goldlauter unweit von Suhl in Thüringen führen die ebenfalls dem Rothliegenden angehörigen dunklen Schieferthone solche Sphärosideritconcretionen, die von abwechselnd an Braunspath, Arsenkies und Schwefelkies reichen Schieferschalen umhüllt werden und häufig im Inneren Kupferkies, Fahlerz und gediegen Silber einschliessen[1]).

e) Rein sedimentäre Eisensteine der Juraformation.

1. Liasische Eisenerze.

Deutschland besitzt in sehr verschiedenen Horizonten der Juraformation Eisensteinflötze[2]). Dem Lias sind u. a. eingeschaltet 4 Lager von feinoolithischem, meist mulmigem Brauneisenstein in einer Gesammtmächtigkeit von 4 m beim Dorfe Bündheim unweit von Harzburg (Zone des Amm. Bucklandi). Die Erze der dortigen Grube Friederike hatten einen Durchschnittsgehalt von 44 % an Eisen. Ebenfalls liasisch (Zone des Amm. Jamesoni und Amm. ibex) sind die Eisensteinflötze von Willershausen, Calefeld und Oldershausen in Hannover.

In England gehören dem mittleren Lias die Eisenerze des Clevelanddistrictes an. Das Hauptflötz ist über eine Fläche von 350 engl. Quadratmeilen verbreitet und auf über ein Fünftel dieser Erstreckung abbauwürdig[3]). Diese Erze enthalten im Durchschnitt 30 % Eisen und 1,5 % Phosphorsäure.

2. Eisenerze des Doggers.

Viel verbreiteter sind Eisenerze in der mittleren Abtheilung der Juraformation, im Dogger. Wir geben zunächst eine Skizze des bedeutenden Vorkommnisses der sogenannten Minette.

---

[1]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten II.* 1861. S. 72.

[2]) J. Haniel. *Ueber das Auftreten und die Verbreitung des Eisensteins in den Jura-Ablagerungen Deutschlands.* Mit vollst. Litteratur. Z. d. Deutsch. geol. Ges., 26. Bd., 1874, S. 59—118.

[3]) J. D. Kendall. *The Iron Ores of Great Britain.* 1893. Cit. nach Phillips-Louis. *Ore Deposits*, p. 44.

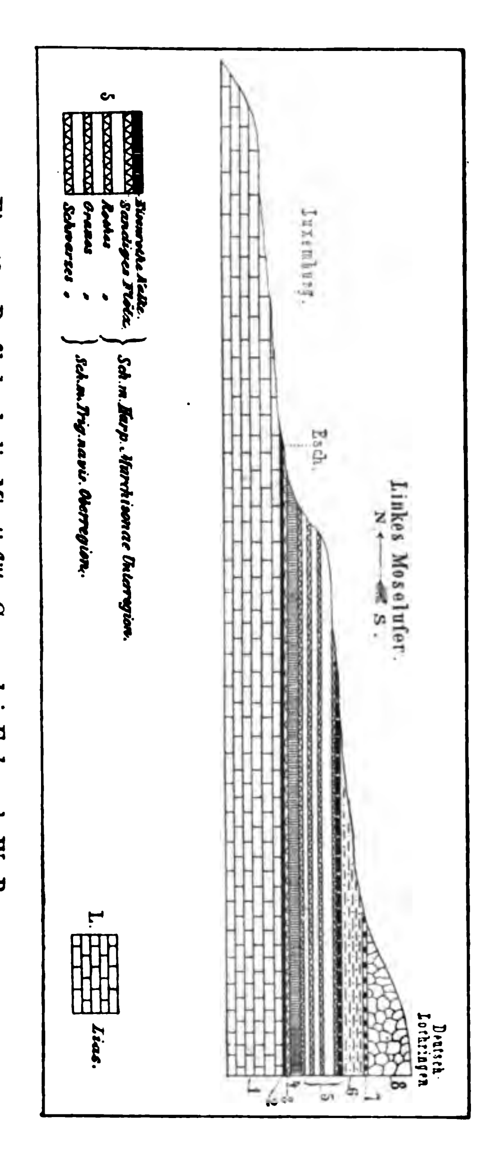


Fig. 48. *Profil durch die Minetteflötz-Gruppe bei Esch* nach W. Branco.

8 Kalkige Schicht mit Harpoceras Humphriesianum. — 7 Kalkige Schicht mit H. Sowerbyi. — 6 Mergel mit H. Murchisonae. — 5 Die Minetteflötz-Gruppe (siehe Legende). — 4 Sandstein mit Trigonia navis. — 2—3 Obere und untere Thone mit Harpoceras striatulum. — 1 Lias (glimmerreiche Mergel).

Die oolithischen Eisenerze, sog. Minetten, in Luxemburg und Lothringen[1]).

Die Minettelager gehören sämmtlich den Schichten des Harpoceras Murchisonae und des Harpoceras opalinum, also dem unteren Dogger an. Das beistehende Profil (Fig. 48), nach W. Branco, giebt die eingehendere Gliederung des Minette-Horizontes wieder.

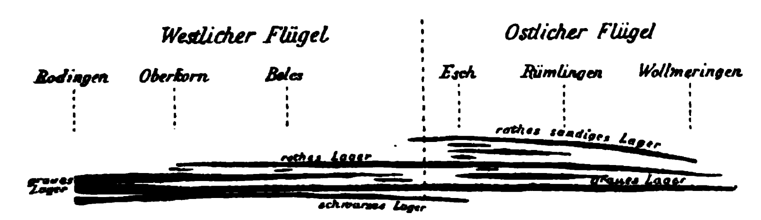
Die Minetteflötze sind hauptsächlich in dem Grenzgebiet zwischen Luxemburg, Deutsch-Lothringen und Französisch-Lothringen verbreitet, in einem 100 km langen und 18 km breiten Landstriche westlich der Mosel, wovon 60 km Länge und 12 km Breite zu Deutschland gehören.

Die wichtigsten Betriebspunkte sind in Luxemburg Beles, Esch

[1]) E. Giesler. *Das oolithische Eisensteinvorkommen in Deutsch-Lothringen.* Mit 2 Taf. Z. f. B., H.- u. S.-Wesen im preuss. St., 23. Bd., 1875, S. 9—41. — W. Branco. *Der untere Dogger Deutsch-Lothringens.* Mit 10 Taf. Strassburg 1879. — L. van Werveke in Erläut. zur geol. Uebersichtskarte des westl. Deutsch-Lothringen. Strassburg 1887. S. 83—99. — L. Hoffmann. *Die oolith. Eisenerze in Deutsch-Lothringen* in „Stahl und Eisen“ 1896, Nr. 23 u. 24. — Schrödter in Z. f. pr. G. 1897, S. 296. — F. Greven. *Das Vork. der oolith. Eisenerze im südlichen Deutsch-Lothringen* in „Stahl und Eisen“ 1898, Nr. 1. — W. Kohlmann.

und Rümlingen, in Deutsch-Lothringen Öttingen, Tillots, Neufchef, Hayingen, Moyeuvre, Rosslingen, Maringen, Vaux, Chabonnière, Varraines, Novéant und Arry, in Frankreich liegen die Hauptbetriebe bei Longwy und bei Briey.

Das plateauartige Gebiet wird von langgestreckten von N. nach S. verlaufenden Terrainstufen durchzogen, die zu unterst sanft abgeböschte, liasische Mergel erkennen lassen, zu oberst steil abfallende oolithische Kalksteine des Doggers. An der Grenze der sanften Böschung und des Steilhanges pflegen die Ausstriche der Minette-Flötze zu liegen. Im Gebiet von Luxemburg werden diese durch das Thal der Alzette in zwei flache Becken oder Flügel getheilt. Die einzelnen Flötze gehen nicht immer durch beide Flügel gleichmässig durch, sind vielmehr nach folgendem Schema entwickelt (nach van Werveke), das in ähnlicher Weise auch für andere Gebiete gilt (Fig. 49).



Maasstab der Länge 1 : 25000, der Höhe 1 : 5000

Fig. 49. *Schema der Entwicklung der Minetteflötze* nach Van Werveke.

In Deutsch-Lothringen werden von unten nach oben folgende Lager unterschieden:

Das schwarze Lager, das ausgedehnteste, aber wegen der kieseligen Beschaffenheit nur als Zuschlag zu kalkreichen Erzen abgebaut, 1,2—3,9 m mächtig;

das braune, ebenfalls kieselige Lager, nur durch ein schwaches mergeliges Zwischenmittel vom vorigen getrennt, 0—4 m mächtig;

das graue Lager, wegen seiner ziemlich constanten Mächtigkeit von 5—6 m und günstigen Beschaffenheit das wichtigste; wird vom gelben Lager begleitet; führt Gryphæa ferruginea, Amm. radians u. a.;

das rothkalkige Lager, bis 8 m mächtig, in Luxemburg das werthvollste, in Deutsch-Lothringen nur selten bauwürdig; in seinem Liegenden beginnt Amm. Murchisonæ und Pholadomya reticulata;

Die Minetteformation nördlich der Fentsch in „Stahl und Eisen“, Juli 1898. (Ref. Z. f. pr. G. 1898, S. 363.) — Uebersichtskarte der Eisenerzfelder des westlichen Deutsch-Lothringen. 1:80 000. III. Aufl. Strassburg 1899. — H. Ansel. *Die oolithische Eisenerzformation Deutsch-Lothringens.* Z. f. pr. G. 1901, S. 81—94. — L. van Werveke. *Ueber die Zusammensetzung und Entstehung der Minetten.* Ref. Z. f. pr. G. 1901, S. 396—403.

das rothsandige Lager, das allermächtigste, bis 13 m, aber mit starker Beimischung von Quarzkörnern.

Nachstehende Tabelle von H. Ansel giebt eine Uebersicht über die durchschnittliche chemische Zusammensetzung der einzelnen Lager in Hinsicht auf die für die Technik wichtigsten Elemente und Verbindungen:

Lager	Fe	CaO	SiO_2	Al_2O_3	P_2O_5	MgO
Schwarzes . . .	30	6	24,5	10	1,4	1,5
Braunes	34,3	8,6	16,6	6,5	—	2
Graues	39	8	7,5	6	1,7	1,6
Gelbes	36	12,3	8,5	3	1,3	1,4
Rothkalkiges . .	40	9,5	7,5	5	1,8	1,2
Rothkieseliges . .	31	5,3	33,6	4,2	1,6	9,5

Die lothringischen Minetten bestehen aus meist unter 1/4 mm messenden, oberflächlich geglättet erscheinenden Oolithen von wesentlich Eisenoxydhydrat, welche durch ein gewöhnlich kalkreiches, seltener thoniges oder durch grösseres Vorwalten der eingestreuten Quarzkörnchen mehr kieseliges Cement verbunden sind. Im Dünnschliff zeigen die Oolithe sehr deutlich einen concentrisch-schaligen Aufbau um ein Centrum, manchmal auch um zwei herum. Als Centren konnten nur ganz selten organische Reste erkannt werden und zwar solche von Echinodermen, wie Crinoidenstielglieder, auch kleine Gasteropoden. Dagegen fanden sich zuweilen im Inneren Schuppen von grünen Eisensilicaten, und ein in den Limonitoolithen eingeschlossenes, mikroskopisch feines Quarzskelett deutet auf die früher noch mehr verbreitete Anwesenheit solcher Eisensilicate hin. Häufiger finden sich Blättchen eines Chamosit ähnelnden Minerales im Cement der Erze. In manchen Lagern ist Eisenspath in beträchtlicher Menge zugegen, besonders in den tiefsten, hier bis zu 60% an Menge. Auch etwas Pyrit ist zuweilen eingestreut, am häufigsten im schwarzen Lager. In manchen Minetten sind sowohl das grüne Mineral des Cementes, als auch das Brauneisenerz der Oolithe durch Magnetit vertreten.

Nicht selten enthalten die Erze grössere Petrefacten, die in Kalkspath umgewandelt sind, zuweilen auch verkohlte Holzreste.

Die Lagerung des die Erze umschliessenden Doggers ist eine sanft nach W. geneigte. Für den Grubenbetrieb von grösster Bedeutung sind zahlreiche Verwerfungen, die meist nach NO. streichen, z. B. der Sprung von Deutsch-Oth mit 120 m Sprunghöhe und der auf 85 km Länge bekannte Sprung von Gorze-Metz.

Eine werthvolle Uebersicht über den Stand der Frage nach der Genesis der Minetten findet man bei L. van Werveke (1901). Danach stimmen die meisten Autoren darin überein, dass die oolithischen Eisenerze Lothringens auf dem Boden eines seichten Küstenmeeres abgesetzt worden sind. „Das Eisen wurde vom Festlande her dem Meere durch Bäche und Flüsse zugeführt und schlug sich in sehr verschiedener Form nieder, ähnlich dem Glaukonit als Silicat, ferner als Carbonat, als Sulfid und als Oxydoxydul, in den oberen Lagen möglicher Weise auch als Oxydhydrat" (L. van Werveke). Das Bindemittel stellt theilweise ein mechanisches Sediment dar.

Minder begründet erscheint die Hypothese Villain's, wonach die Eisen haltenden Lösungen dem Meere direct durch Thermalquellen, die am Grunde desselben aus Spalten ausbrachen, zugeführt worden seien. Wenigstens für Deutsch-Lothringen scheint die Wirksamkeit solcher „failles nourricières" nicht erwiesen werden zu können. Ganz ausgeschlossen scheint endlich eine metasomatische Entstehung der Minetten.

Die Production an Minette-Erzen betrug 1890 allein im französischen Département Meurthe-et-Moselle 2 630 311 t. In Deutsch-Lothringen wurden im Jahre 1899 5 955 351 600 t Eisenerze gefördert. Der noch gewinnbare Erzvorrath ist sehr bedeutend. Für den deutschen Antheil beträgt er nach zuverlässigen Schätzungen etwa 2000 Millionen t.

3. Die Eisenerze im Dogger von Württemberg, von Oberschlesien und der Schweiz.

In Württemberg sind in der Zone des Amm. Murchisonae besonders in der Gegend von Wasseralfingen und Aalen Eisenerzflötze zur Ablagerung gelangt.

Das dort herrschende Profil lautet nach Schüler, wie folgt[1]):

Sandsteine, sandige Schiefer und Thonsandsteine des Hangenden.
Oberes Eisensteinflötz 1,1 m.
Sandsteine und sandige Schiefer 10 m,
Unteres Eisensteinflötz 1,6 m.
Sog. Stahlstein, ein sandiger harter Kalkstein 0,2 m.
Sandsteine und Thonsandsteine des Liegenden.

Die Erze von Wasseralfingen und Aalen sind oolithische Roth- und Brauneisenerze mit etwa 40 % Eisengehalt. Sie umschliessen nicht selten Petrefacten, namentlich Amm. Murchisonae, Avicula elegans und laevigata, Venulites Aalensis, Pecten demissus. Die Production ist zur Zeit unbedeutend.

---

[1]) J. Haniel. *Ueber das Auftreten und die Verbreitung des Eisensteins in den Jura-Ablagerungen Deutschlands.* Z. d. D. G. Ges., 26. Bd., 1874, S. 97.

Auch der Dogger in Oberschlesien umschliesst in der Zone des Ammonites Parkinsoni nach F. Römer[1]) Eisenerze. Bei Bodzanowitz, Wichrow und Sternalitz im SO. von Landsberg werden seit lange für die Hütten in Malapane ein oberes sandiges und ein unteres reineres Flötz von Sphärosiderit abgebaut. Auch bei Kostrzyn und Przystayn in Polen, sowie bei Stara Kuznica geht auf ähnlichen Vorkommnissen Bergbau um.

In den Eisengruben der Kleinen Windgälle im Canton Uri sieht man oolithische Eisenerze des Doggers in dynamometamorpher Ausbildung: die Hämatitconcretionen sind zu flachen Linsen zusammengedrückt, und zugleich haben sich Eisensilicate und Magnetitkryställchen gebildet[2]).

f) Die eocänen Eisenoolithe von Kressenberg und Sonthofen.

In dem Nummulitensandstein von Kressenberg und Sonthofen[3]) in Oberbayern sind 3 Flötzgruppen von oolithischen Brauneisenerzen eingeschaltet, die mit den anderen Schichten steil aufgerichtet und vielfach von Verwerfungen durchsetzt sind. Der dortige Bergmann nennt diese Flötze, von denen das Hauptflötz bis zu 2 m Mächtigkeit anwächst, Gänge. Das Erz enthält neben Glaukonit viele Quarzkörnchen und geht allmählich in eisenschüssigen Sandstein über. Auch findet man in den Flötzen öfters Versteinerungen, besonders Conoclypeus conoïdeus Ag., dessen Gehäus ganz von dem oolithischen Brauneisenerz erfüllt ist.

g) Raseneisenerze und Seeerze.

Diese jüngste Gruppe von Eisenerzen hat in geologischer Beziehung ganz besonderes Interesse, weil wir hier die Entstehung so zu sagen vor unseren Augen sich abspielen sehen und so wichtige Fingerzeige auch für die Genesis älterer Gebilde erlangen können. Zu dieser geologischen Bedeutung ist ja in neuerer Zeit mehr als früher noch eine ökonomische hinzugekommen, seitdem man diese phosphorreichen Erze zu verhütten und zugleich die in ihnen im Erdboden festgelegte Phosphorsäure in Gestalt von Thomasmehl dem Kreislauf der Natur wieder zu geben vermag.

---

[1]) F. Römer. *Geologie von Oberschlesien.* 1870. S. 210.

[2]) A. Heim. *Mechanismus der Gebirgsbildung.* I, S. 62. II, S. 98.

[3]) C. W. Gümbel. *Geogn. Beschr. des bayerischen Alpengebirges.* 1861. S. 647. — O. M. Reis. *Zur Geologie der Eisenoolithe führenden Eocänschichten am Kressenberge in Bayern.* Mit 2 Profiltafeln. Geogn. Jahresh., München, X. Jahrg. 1897.

Die Beschaffenheit und Lagerung der Raseneisenerze und Seeerze[1].

Die Raseneisenerze, wohl auch Sumpferze, Wiesenerze, Morasterze genannt, sind gelbliche, bräunliche oder schwärzliche, auf dem Bruch harzartig glänzende, immer stark poröse und cavernöse, oft schlackenähnliche, harte, zuweilen auch ockerige, locker erdige Brauneisenerze mit vielen anderen Substanzen gemengt. Chemische Beimengungen sind wasserhaltige Eisensilicate (gelatinirendes, basisch kieselsaures Eisenoxyd), aber auch phosphorsaure, quellsaure, ulmin- und huminsaure Eisenverbindungen. Der Eisengehalt schwankt zwischen 20—60 % Fe_2O_3. Der Gehalt an Phosphorsäure steigt bis zu 10 %. Mechanisch sind ausserdem beigemengt Sandkörnchen und thonige Partikel.

Im Folgenden hat man die chemischen Analysen[2]) von

I. Raseneisenstein aus Schleswig (Pfaff),
II. von Auer bei Moritzburg in Sachsen (Bischof),
III. von Leipzig (Erdmann),
IV. Durchschnitt von 30 Analysen schwedischer Seeerze (Svanberg;

	I	II	III	IV
Eisenoxyd . . .	62,92	67,46	} 51,10	62,57
Manganoxyd . . .	4,18	3,19		5,58
Kieselsäure . . .	8,12	7.00	9,20	12,64
Phosphorsäure . .	3,44	0,67	10,99	0,48
Schwefelsäure . .	—	3,07	—	0,07
Thonerde	4,60	—	0,41	3,58
Kalkerde	—	0,90	—	1,37
Magnesia	—	—	—	0,19
Wasser	18,40	17,00	28,80	13,53
	101,66	99,29	100,50	100,01

Die Ablagerungen von Raseneisenerz trifft man in Einsenkungen flachgelegener Landstriche, wo Grundwasser stagnirt, besonders in der Nähe träge fliessender, von gelösten Humussäuren oder humussauren Salzen braun gefärbter Wasserläufe, in Moor- und Wiesengründen der

---

[1]) F. Senft. *Die Torf- und Limonitbildungen etc.* Leipzig 1862. — F. M. Stapff. *Ueber die Entstehung der Seeerze.* Mit 1 Tafel. Z. d. D. G. G., 18. Bd., 1866, S. 86—173. — A. W. Cronquist. *Om sjömalmsfyndigheten etc.* Geol. För. Förh., No. 65, Bd. V, 1880, S. 402. — Hj. Sjögren. *Om de svenska jernmalmens genesis.* Geol. För. Förh., 137, Bd. 13, 1891, S. 373. — R. Klebs. *Das Sumpferz.* Vortrag, Königsberg. 1896.

[2]) Citirt nach F. Zirkel. *Petrographie.* III, S. 574.

nordeuropäischen, nordasiatischen und nordamerikanischen Niederungen. Die sächsische und preussische Niederlausitz, die Mark Brandenburg, Mecklenburg, Pommern, Preussen, Masuren, Polen, das europäische Russland, Holland, Finnland und Schweden sind reich an Raseneisenerzen. In Nordamerika ist der Three Rivers District, Provinz Quebec, ein typisches, bereits 1730 in Abbau genommenes Vorkommniss. Manchmal finden sich solche Erze auch auf Hochflächen der mitteldeutschen Gebirge.

Diese Ablagerungen erreichen selten über 1 m Mächtigkeit. Meist lassen sie keine Schichtung erkennen. Oft bilden sie einzelne Knollen, Schollen oder Platten, die das unmittelbar darauf liegende Acker- und Wiesenland, weil sie Wasser und Luft von den tieferen Bodenschichten absperren, unfruchtbar machen und als „Ortsteine" oder „Klump" vom Landwirth nicht gern gesehen sind.

Die Benutzung dieser Eisenerze ist schon eine sehr alte. Linné nannte sie daher Tophus Tubalcaïni, weil Tubalcaïn, der erste Schmied, daraus schon Eisen dargestellt habe.

Etwas andere Beschaffenheit und ganz andere Lagerung haben die Seeerze (sjömalmer der Schweden). Man trifft sie auf dem Grunde zahlloser Seen in den schwedischen Provinzen Småland, Oestergotland, Dalarne, Herjeådalen, Jemtland und Norrland, in Finnland, dem europäischen Russland und in Canada. Meist finden sie sich auf sandigem Untergrund, in einem etwa 10 m vom Ufer entfernten Strich und in einer Tiefe bis zu 10 m unter dem Wasserspiegel. Ihre Mächtigkeit ist meist gering, selten bis 0,5 m. Aber schon bei 10—15 cm Mächtigkeit können sie durch ein einfaches Baggerverfahren gewonnen werden, um sich sodann bereits innerhalb von 15—30 Jahren wieder zu ersetzen. „Estque thesaurus hic perennis et inexhaustus" sagt von diesen Seeerzen seiner Heimath schon Swedenborg. Der erzführende Strich in den Seen stellt keine zusammenhängende Decke dar. Vielmehr kommt das Seeerz in runden oder länglichen Flecken vor, deren Richtung und Anordnung durch die Stromrichtung von Zuflüssen offenbar bestimmt wird schon deshalb, weil die Erzbänke mit seichten Untiefen zusammenfallen, auf denen eine üppige Vegetation von Wasserpflanzen wuchern kann, und weil die Aufschüttung solcher Untiefen wiederum von der Zuführung von Sand und Schlamm durch die Strömungen abhängig ist. In Flüsschen, die auch mitunter Seeerze führen, z. B. in den Verbindungsflüssen schwedischer Seen, findet man die Ablagerungen nur im ruhigen Wasser, an der convexen Seite von Krümmungen, nicht in reissender Strömung.

Wir haben also hier ein Beispiel, wie sich in einer zeitlich einheitlichen und petrographisch ziemlich gleichartigen Ablagerung, wie sie die Sedimente sonstiger Art an dem Grunde solcher Seen darstellen, lineare oder strichförmige Erzmassen von gleichalteriger Entstehung bilden können.

Die Entstehung der Seeerze durchläuft verschiedene Stadien, die auch verschiedenartiges Material hinterlassen. Im ersten Stadium ist das Seeerz ein ockeriger Erzschlamm, der erst allmählich verhärtet und Glanz, Farbe und Festigkeit des eigentlichen Erzes annimmt. Dieser Schlamm besitzt zunächst schwarzgraue, bräunliche oder grünliche Färbung und ist voll von Pflanzentheilen. An der Luft trocknet er zu einem grauen oder gelben Pulver ein. Er ist reich an gallertartiger Kieselsäure und zahlreichen Algen. Beim Festwerden bilden die Schlammmassen theils compacte Nester (rusor), theils kleinere oder grössere Scheibchen und Kügelchen, umkrusten wohl auch Wurzeln, Stamm- und Asttheile von Pflanzen und thierische Reste, wie Käfer und Wurmröhren, Phryganidenköcher und dergleichen. Alle diese Formen bestehen theils aus hartem, nelkenbraunem, harzglänzendem, theils aus lockerem, gelblichem oder bräunlichem ockerigem Erz. In den kugeligen Gebilden wechseln concentrische Schalen von festem und von lockerem Erz, und in der Mitte findet man oft ein Sandkorn oder einen Pflanzenrest. Nach der Gestalt und Grösse dieser Concretionen unterscheidet man in Schweden Krutmalm (Schiesspulvererz), aertmalm (Erbsenerz), bönmalm (Bohnerz), penningmalm (Pfennigerz) und skraggmalm (Brockenerz). Häufig enthalten die noch nicht erhärteten Erze die Phosphorsäure in Gestalt von erdigem Vivianit, als Blaueisenerde, die an manchen Stellen sich stark concentriren kann. Auch ist den pulverigen Seeerzen Schwedens häufig viel Manganerz, wohl als Wad, beigemengt.

Allgemeines über die Entstehung der See- und Raseneisenerze.

Es steht fest, dass die Ausscheidung aller dieser Erze aus sehr verdünnten Eisenlösungen erfolgt ist, die entweder dem Grundwasser oder den Seen und Flüssen zugeführt worden waren. Die Herkunft des Eisens anzugeben, macht keine Schwierigkeiten. Fast alle Gesteine enthalten Eisenverbindungen, die unter Umständen löslich sind. Dort, wo noch andere seltenere Metalle in diesen Erzen nachgewiesen werden können, muss man den Blick auch auf ältere primäre Lagerstätten sulfidischer Erze richten, deren Zersetzung das Material für solche Lösungen geliefert hat. So kommen in den schwedischen Seeerzen Spuren von Kupfer, Nickel, Cobalt und Zink vor, die sicher zersetzten

Kiesen von älteren Lagerstätten entstammen, an denen dort kein Mangel ist. So fand man ferner in einem Raseneisenerz der Tertiärmulde zwischen Grochau und Briesnitz im SW. von der Nickelerzlagerstätte bei Frankenstein in Schlesien einen Gehalt von

Nickel . . .	3,9	Proc.
Cobalt . . .	1,3	„
Kupfer . . .	0,1	„

Weiterhin fragt es sich, welcher Art die Lösungen gewesen sind. Es kommen hauptsächlich folgende Lösungsmittel in Betracht:

1. Schwefelsäure, die sich bei der Zersetzung eisenhaltiger Sulfide bildet;
2. Kohlensäure, die von der Luft, von verwesenden Organismen und durch den Lebensprocess der Thierwelt geliefert wird, und im Wasser gelöst Silicate u. s. w. angreift;
3. organische Säuren, die übrigens durch Oxydation zu Kohlensäure umgesetzt werden. Wo pflanzliche Massen bei Gegenwart von eisenhaltigen, mineralischen Substanzen unter unvollständigem Luftzutritt sich zersetzen, wird Eisenoxyd zu Oxydul reducirt und bildet als solches mit Humussäuren und Ammoniak lösliche Doppelsalze.

Die Ausfällung des Eisens aus diesen in den Gewässern ganz verdünnt enthaltenen Lösungen kann auf verschiedene Weise erfolgen.

In Eisenvitriollösungen wird schon durch humussaures Ammoniak, das in den braunen Torfwässern immer vorhanden ist, eine Ausfällung von Eisenoxydul, später von Eisenoxydhydrat bewirkt.

Aus kohlensauren Lösungen wird das Eisen durch Abgabe von Kohlensäure an die Luft oder an Pflanzenzellen als Eisenoxydhydrat ausgefällt. Nur bei Abschluss von der Luft oder bei Berührung mit reducirenden organischen Resten ist Absatz als Carbonat möglich, was mit dem Vorkommen von Sphärosiderit und Blackband zu harmoniren scheint.

Aus humussauren und ähnlichen organischen Verbindungen fällt das Eisenoxydhydrat schliesslich bei der Oxydation der Humussäuren und deren Zerfällung in Kohlensäure und Wasser aus. Auch hier beschleunigt die Pflanzenzelle diesen Process, indem sie Sauerstoff dazu liefert.

Bei Vermischung endlich von humussauren und schwefelsauren Eisenverbindungen wird durch Vereinigung der Schwefelsäure mit Ammoniak, welches Eisenoxyd in Lösung zu halten vermag, das Eisen als Hydroxyd oder humussaures Eisenoxyd zum Niederschlag gebracht.

Wir sahen bei diesen Processen Pflanzen während ihres Lebens schon, ganz abgesehen von den Fäulnissvorgängen, mit eingreifen. Nach Ehrenberg sind es vorzüglich Algen, besonders die sogenannte Eisenalge, Galionella ferruginea Ehrenb., die hier mitwirken, indem sie ihre Zellhäute mit Eisenoxydhydrat und amorpher, wasserhaltiger Kieselsäure belegen. Die genannte Alge findet sich massenhaft auf Seeerzgründen. Nach neueren Arbeiten von Molisch und von Winogradsky sind diese angeblichen Algen fädige Bakterien verschiedener Art, namentlich Leptothrix ochracea[1]).

Die in diesen Erzen vorhandene Kieselsäure mag urspünglich in Form von Alkalisilicaten in den Gewässern gelöst gewesen sein, die vielleicht durch Kohlensäure zersetzt werden. Sie scheidet sich gleichzeitig mit dem Eisenoxydhydrat ab. Die Phosphorsäure war jedenfalls als phosphorsaures Ammoniak zugegen und wird zunächst als Eisenphosphat, in kalkreichen Gewässern auch als Kalkphosphat gefällt.

Auf die weiteren Perspectiven, die uns diese Vorgänge auch für die Genesis der älteren schichtigen Eisenerzlager eröffnen, gehe man nach S. 86 ein.



Fig. 50. *Profil durch einen Theil des Rio Tinto Erzfeldes.* nach A. Phillips.

s Thonschiefer, *p* Porphyr, *k* Kupfererzlager, *e* quartäre Eisenerze.

Wir sahen, dass bei den Seeerzen der Absatz sich recht langsam vollzieht. Bedeutend schneller spielt sich in der Natur der Vorgang dort ab, wo die Abflüsse aus den Hutbildungen (siehe diese) mächtiger Kieslagerstätten in ein Seebecken oder auch ins Meer geführt werden, oder wo durch die Eingriffe des Menschen grosse Zuflüsse von eisenreichen Grubenwässern erfolgen. So ist der Boden des Sees Tisken bei Falun mit einer mehrere Meter mächtigen Ockerschlammschicht bedeckt, die aus dem nahen Kiesstock geliefert wurde. Die Stromrinne des Rio Tinto führt bis Palos im Busen von Huelva hinaus Ockerschlamm aus den Wässern der Kupfergruben und Halden. Dass dies schon vor der dortigen Bergbauperiode der Fall war, zeigt das Eisenerzvorkommniss auf der Mesa de los Pinos und dem Cerro de las Vacas (siehe Fig. 50). Diese Sedimente von Limonit hatten einem sumpfigen

[1]) J. Walther. *Einleitung in die Geologie.* Jena 1893/94. S. 655.

Becken angehört, das später von dem sein Bett tiefer legenden Fluss zerschnitten worden ist. Die Eisensteine enthalten Pflanzenreste vom Charakter der heutigen Flora, haben übrigens aber schon den Römern als Material zu Grabsteinen gedient[1]).

Auch dort, wo eisenhaltige Mineralquellen in sumpfigen Einsenkungen an die Erdoberfläche treten, wird der Vorgang der Eisenerzbildung beschleunigt. Interessant sind in dieser Beziehung die Verhältnisse des ausgedehnten Mineralmoores in der Soos bei Franzensbad, wie sie von O. Bieber[2]) beschrieben worden sind. Hier lagern über den von durchströmenden Mineralquellen mit schwefelsaurem Natron, schwefelsaurer Magnesia, schwefelsaurem Eisenoxydul und anderen Salzen stark imprägnirten Moorschichten vielfach noch ganze Lagen von Raseneisenerz, Blaueisenerde und Eisenocker. Oestlich von dem Polterer oder Kaiserquelle genannten Säuerling z. B. besteht folgendes Profil:

4.	Eisenocker	0,3	bis	0,5	m
3.	Blaueisenerde (Vivianit)		„	0,5	„
2.	Raseneisenerz		„	0,3	„
1.	Mineralmoor	3	„	5	„

Ueber das gelegentliche Mitvorkommen von Pyrit und Markasit im Mineralmoor wird weiter unten berichtet werden.

h) Recente Eisenerze mariner Entstehung.

Ausser den schon erwähnten Absätzen von Eisenocker, die sich im Busen von Huelva und vielleicht in geringerem Masse auch an einzelnen anderen Küstenstrecken bilden müssen, kennt man zur Zeit noch keine recenten eigentlichen Eisenerze am Meeresgrund.[3]). Indessen haben uns die Tiefseeforschungen wenigstens über die sehr weite Verbreitung eines sehr eisenreichen Sedimentes, des Glaukonitschlammes, belehrt. Es wäre möglich, ja wahrscheinlich, dass gewisse ältere Eisenerzlager solche durch spätere Metamorphose ganz veränderte Sedimente sein könnten, in denen wohl auch eine nachträgliche Concentration der Eisenverbindungen stattgefunden hat.

---

[1]) Nach Phillips-Louis. *Ore Deposits.* II. Aufl., 1896. S. 41.

[2]) O. Bieber. *Das Mineralmoor der Soos.* Marburg 1887. S. 29.

[3]) Von den Mangan-Eisenerzconcretionen der Tiefsee wird später gesprochen werden. Gümbel. *Ueber die Natur und Bildungsweise des Glaukonits.* Sitzb. der K. Ak. München. 1886.

Nach J. Walther[1]) fand die Tuscarora an der Küste von Californien in 180—730 m Tiefe schwarze Sande, welche fast gänzlich aus dunkelgrünen, 0,6 mm grossen Glaukonitkörnchen bestanden. So reine Glaukonitsande sind selten, während glaukonithaltige Sedimente in Tiefen von 180—1645 m auch nach der Challengerexpedition u. A. ziemlich weit verbreitet sind. Vergesellschaftet mit dem Glaukonit treten Phosphatconcretionen auf. Der Kalkgehalt kann bis 56 % steigen und nimmt mit wachsender Entfernung vom Lande zu. Diese grünen Schlammmassen enthalten einen Lösungsrückstand von 44 % und darüber, der aus kieseligen Gehäusen und Skelettheilen von Organismen, sowie aus Körnchen von Quarz und sehr verschiedenen terrestrischen Silicaten besteht. Nach der Mitte der Ozeanbecken zu fehlen diese Bildungen.

Die folgenden Analysen von solchen recenten Glaukonit-Sedimenten sind dem Challenger-Werke (The Voyage of H. M. S. Challenger. Report on the Deep-Sea Deposits S. 387) entnommen.

Station	Tiefe in Faden	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	Total
164 B	410	56,62	12,54	15,63	1,18	Spur	1,69	2,49	2,52	0,90	6,84	100,41
164 B	410	50,85	8,92	24,40	1,66	Spur	1,26	3,13	4,21	0,25	5,55	100,23
164 B	410	51,80	8,67	24,21	1,54	Spur	1,27	3,04	3,86	0,25	5,68	100,32
164 B	410	55,17	8,12	21,59	1,95	Spur	1,34	2,83	3,36	0,27	5,76	100,39
185 B	155	27,74	13,02	39,93	1,76	Spur	1,19	4,62	0,95	0,62	10,85	100,68

II. Sedimentäre Manganerzlagerstätten.

A. Innerhalb des krystallinen Schiefergebirges.

1. Långbans Manganerzlagerstätten[2]).

Dieses Grubengebiet liegt nördlich von Filipstad in Wermland zwischen dem Långban-See im O. und dem kleineren Hytt-See im W. Die Lagerstätten sind gebunden an eine 4 km lange und 2 km breite nach NS. streichende und nach W. einfallende Dolomiteinlagerung in-

[1]) J. Walther. *Einleitung in die Geologie.* Jena 1893/94. S. 880—882.

[2]) Das Folgende bereits in der Z. f. pr. G. 1899, I. Heft, dort z. Th. mit irrthümlichen Angaben der Mächtigkeit.

mitten von „Granulit“[1]), d. i. feinkörnigem, glimmerarmem Biotitgneiss, der ein inselartiges Areal in einem grossen Granitterritorium bildet. Im O. grenzen an diesen Dolomit auch dioritische Gesteine an.

Man unterscheidet, von kleinen Vorkommnissen abgesehen, dort 6 Haupterzkörper von sehr unregelmässiger Gestalt, die sich nur schwer in das allgemeine Streichen einfügen lassen. Nach der Tiefe zu schwellen sie gewöhnlich stark an und kommen sich dann gegenseitig sehr nahe. Uebrigens bestehen sie nicht durchaus aus zahlbarem Erz, sondern setzen zuweilen ab und werden durch Dolomit oder einen Pyroxenskarn mit nur zerstreuter Erzführung ersetzt.

Der Långban-Dolomit enthält ca. 20% Magnesia und besitzt eine körnig-krystalline Structur. An sich rein weiss, bräunt er sich gewöhnlich an der Luft in Folge der Zersetzung fein eingesprengter Manganmineralien. Die Erze zerfallen in Eisenerze und Manganerze. Erstere sind überwiegend Glanzeisenerze, zum kleineren Theil Magneteisenerze. Letztere bestehen hauptsächlich aus Braunit und aus Hausmannit in dolomitischer Lagerart. Ausserdem treten noch eine grosse Zahl weiterer Manganmineralien gesteinsbildend dort auf, am häufigsten Rhodonit und Tephroit, Schefferit (ein Kalk-Magnesia-Pyroxen mit 8—10% MnO) und Richterit (eine Natron-Hornblende mit 8—11% MnO). Auch finden sich nicht selten grössere Nester von rothem Eisenkiesel, der früher zu Schalen, Briefbeschwerern u. dergl. verschliffen wurde, und von Rosenquarz. Gewisse die Lager durchziehende Gleitzonen (skölar) sind häufig mit Manganophyll (einem röthlichen Magnesiaglimmer mit bis 20% MnO) belegt.

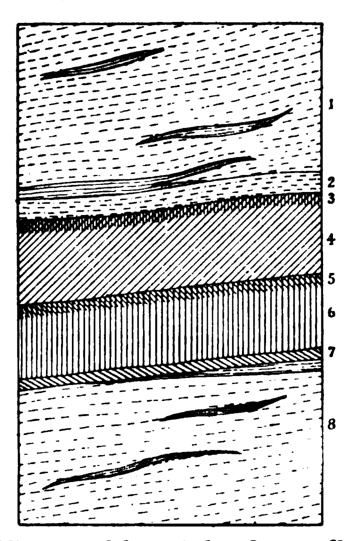


Fig. 51. *Schematisches Querprofil durch ein Erzlager von Långban* nach H. Tiberg.
(Erklärung der Ziffern im Text.)

Nach H. Tiberg[2]) herrscht in den Lagern vom Hangenden nach dem Liegenden zu aufgezählt folgende Anordnung der Schichten (siehe auch das Profil, Fig. 51, das aber das thatsächlich viel steilere Einfallen nicht berücksichtigt):

[1]) Törnebohm. *Öfverblick öfver Bergbyggnaden inom Filipstads Bergslag.* Med en Karta. 1877. — Nordenström's Katalog, S. 38.

[2]) Mittheilung an den Verf. — Neuerdings hat H. Tiberg die Ansicht vertreten, dass die Eisen- und Manganerze einer Infiltration des Dolomites durch zuge-

1 Dolomit mit Lagen von feinkörnigem, meist glimmerarmem Gneiss.

2 Dünne Lage von Hornblende-Pyroxen-Granatskarn.

3 Magneteisenerz mit Melanit bis 2 m.

4 Glanzeisenerz mit Eisenkieselnestern bis ca. 20 m.

5 Hausmannit in Dolomit ca. 3 m.

6 Braunit und Hausmannit bis 20 m.

7 Dünnes Lager von Skarn (Schefferit, Richterit, Thephroit und Rhodonit).

8 Dolomit des Liegenden mit Schmitzen und Lagen von feinkörnigem Gneiss.

Am bedeutendsten ist das vorwiegend aus Braunit bestehende Manganerzlager im Liegenden des Eisenerzlagers der Kollegii-Grube, das bis zu 40 m Mächtigkeit anschwillt und auf 65 m streichende Länge verfolgt worden ist. Man hat übrigens den Braunit erst im Jahre 1878 erkannt, den Hausmannit schon früher. Das Brauniterz hält bis 45% Mn, das Hausmanniterz bis 47%. Man classificirt die Manganerze dort gewöhnlich in 3 Qualitäten von ca. 40, 30 und 20% Mn-Gehalt. Die beiden letztgenannten kommen zur Aufbereitung, wo sie bis zu 54—56% angereichert werden. Die meisten Erze werden zum Bessemer-Process verwandt, sowie in der Glasindustrie.

Aehnliche, ebenfalls an Dolomit gebundene Lagerstätten finden sich bei Pajsberg bei Nordmarken, bei Jakobsberg und in der Sjögrube im Oerebro-District. Bemerkt sei hier, dass im N. von Långban in derselben Dolomiteinlagerung auf Stora Getbergs Grube Blei-, Zink- und Kupfererze einbrechen. Zu Långban selbst kommen diese nur sehr untergeordnet vor. Bekannt ist hier namentlich das merkwürdige Auftreten von gediegen Blei[1]) auf Klüften des Hausmannit-Dolomites.

Im Jahre 1896 belief sich die schwedische Production von Manganerzen auf 2056 t.

2. Die Manganerzlager in der südlichen Bukowina[2]).

Hoch oben am linken Gehänge des Eisenthales 4 km von Jakobeny entfernt liegen die Gruben von Oberarschitza und von Arschitza Anna. Hier ist ein 40 m mächtiges Manganerzlager inmitten des Glimmerschiefergebirges aufgeschlossen, theils in schwebender Lagerung, theils unter 30° nach NO. geneigt. Das unmittelbare Liegende bildet eine 6—20 m mächtige Bank von Kieselschiefer, unter der ein Hornblende führender Glimmerschiefer folgt. Das Hangende stellt ein sehr

---

führte Lösungen ihre Entstehung verdanken, nicht einer Sedimentation. H. Tiberg. i Wermländska Bergsmannafören. Annaler är 1901.

[1]) Igelström in der B.- u. H.-Z. 1866, S. 21.

[2]) B. Cotta. *Einlagerungen im Glimmerschiefer der südl. Bukowina.* B. u. H.-Z. 1855, Nr. 39, S. 319 u. 320. — B. Walter. *Die Erzlagerstätten der südl. Bukowina.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1876. S. 372—382.

zersetzter und dann braungelb gefärbter Hornblendeschiefer dar. Die Lagerstätte selbst besteht aus einem Gemenge von Pyrolusit, etwas Hausmannit, Brauneisenstein und Quarz. Das Ganze heisst dort Schwarzeisenstein. Diese auch im zersetzten Zustande deutlich geschichtete Masse zeigt local, wie besonders in einer anderen Grube, Oitza nahe der Siebenbürger Grenze, ihre primäre Zusammensetzung. Sie baut sich alsdann auf aus handbreiten, bis 2 m mächtigen Bänken von Kieselmangan (Rhodonit) von graugrünem bis fleischfarbenem Aussehen und mit eingesprengten Partien von rosenrothem Manganspath und Quarz, sowie aus Schichten von einem gelbgrünen Glimmerhornblendeschiefer. Schrittweise kann man die Umwandlung des Rhodonites in die höher oxydirten Manganerze und in Quarz verfolgen. Der Process beginnt von Klüftchen und Spalten aus. Auch der Hornblendeschiefer zersetzt sich und liefert den beigemengten Brauneisenstein.

Die dem griechisch-orientalischen Religionsfond gehörigen Gruben lieferten 1898 2063,1 t Manganerz.

8. Die Mangan-Zinkerzlagerstätten von New-Jersey[1].

Mit einem gewissen Vorbehalt können an dieser Stelle die merkwürdigen Erzlagerstätten von Franklin Furnace und von Sterling Hill in New-Jersey eingereiht werden, deren sichere genetische Stellung immer noch nicht bekannt ist. Es besteht die Möglichkeit, dass sie nicht hierher, sondern in die Gruppe der contactmetamorphen Bildungen gehören.

Diese Lagerstätten gehören einer Zone von weissem, krystallinem Kalkstein an, der unmittelbar einem Gneiss aufgelagert ist, und für ein metamorphosirtes cambrisches Gestein gehalten wird. Er wird nämlich abseits von der Lagerstätte dicht und enthält nach Nason cambrische Petrefacten. Ist dies richtig, so dürfte vielleicht der Gneiss in Wahrheit ein Granit sein. Hierfür sprechen auch Intrusivmassen und Gänge eines pegmatitischen Granites mit Amazonenstein, Augit, Hornblende, Allanit, Zirkon und Orangit, die nach Groth den Kalkstein durchsetzen. Dieser ist ausserordentlich reich an $MnCO_3$ (16,57%), wie schon die braune Färbung angewitterter Gesteinsflächen in Folge der Bildung von MnO_2 verräth. Im Contact mit dem Gneiss trifft man

[1]) H. Credner. *Franklinit und Rothzinkerz im krystallinen Kalkstein.* B.- u. H.-Z. 1866, S. 29—30. — F. L. Nason. *Geology of New Jersey,* 1890, XIV, und *The Franklinite-deposits of Mine Hill* in Transact. Am. Inst. Min. Eng. Febr. 1894. — P. Groth. *Die Zinkerzlagerstätten von New Jersey* in der Z. f. pr. G. 1894, S. 230. — J. F. Kemp. *The ore deposits of the U. S.* 1900. p. 251—258.

in dem Kalkstein Lager von Magneteisenerz, die früher abgebaut worden sind. In etwas höherem Niveau aber befinden sich inmitten dieses Marmors zwei Erzkörper von flötzartiger Entwicklung, die zusammengesetzt sind aus schwarzen Krystallen (O mit —O) von Franklinit, (Zn, Fe, Mn) O, (Fe_2, Mn_2) O_3, aus Zinkit (ZnO mit bis 8 % MnO), Willemit und Calcit. Das eine der beiden Erzlager tritt auf dem Mine Hill bei Franklin Furnace, das andere auf dem Sterling Hill bei Ogdensburg zu Tage. Zwischen beiden Hügeln befindet sich ein Thal ohne Aufschlüsse. Am genauesten untersucht ist die 12 m mächtige Lagerstätte von Franklin Furnace. Wie das folgende Profil Fig. 52 nach P. Groth zeigt, bildet sie eine Mulde, an die sich nach SO. hin ein stark zusammengefalteter Sattel anschliesst. Nach der Faltung erst hat ein jüngerer Diabasgang das Lager schräg durchsetzt.

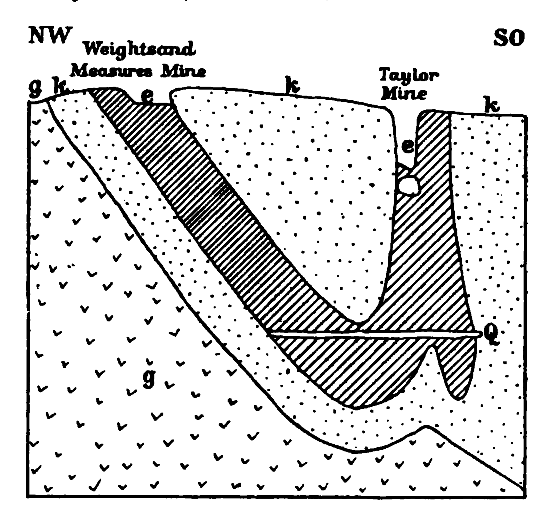


Fig. 52.
Profil durch das Erzlager von Franklin Furnace nach P. Groth.
g Gneiss, *k* krystalliner Kalkstein, *e* Erzlager, *Q* Querschlag.

Ausser den schon angeführten Mineralien kommen in dieser Grube noch Jeffersonit (ein Zink-Mangan-Pyroxen), Hornblende, Tephroit, Troostit, Fluorit und Chloanthit vor. In der Nähe der Granitintrusionen stellen sich auch gewisse, sonst nicht vorhandene Vorkommnisse ein, nämlich Granat, Rhodonit, Kleiophan (farblose Zinkblende) und Axinit.

4. Manganerzlager in Minas Geraës, Brasilien.

Nach Ribeiro Lisbõa[1]) werden zwischen den Eisenbahnstationen Queluz und Miguel Burnier der Brasilianischen Centralbahn seit 1897 mehrere bis 2 m mächtige und im Streichen auf über 2 km weit ver-

[1]) R. Ribeiro Lisbõa. *Jornal do Commercio* 1898, Juni und 1899 März. Ref. in der Z. f. pr. G. 1899, S. 256. — H. K. Scott. *The Manganese Ores of Brazil.* Journ. of the Iron and Steel Inst. London 1900, No. 1. (Vergl. auch Z. f. pr. G. 1901, S. 263).

folgbare Lager von Manganit und Pyrolusit ausgebeutet, die den krystallinen Schiefern dieser Gegend zwischengeschaltet sind.

Die steil aufgerichteten Schichten zeigen bei Miguel Burnier folgende Reihenfolge:

1. Glimmerschiefer;
2. Weisser Kalkstein mit 1,5% Mn-Gehalt (über 10 m);
3. Unreines erdiges Eisen- und Manganerz (24 m);
4. Reines, grösstentheils hartes Manganerz (über 3 m);
5. Itabirit (Quarzitschiefer reich an Eisenglanz);
6. Grauer Kalkstein mit 1,5% Mn, 11% Fe, 13,8% SiO_2;
7. Glimmerschiefer des Hangenden.

Die Production belief sich im Jahre 1900 bereits auf über 100000 t Erz. Die Erze enthalten zwischen 45—55% Mn und sind sehr arm an Kieselsäure (bis 1,3%) und Phosphorsäure (bis 0,07%). Sie werden von Rio de Janeiro aus nach Nordamerika exportirt.

Aehnliche Lagerstätten werden nach J. C. Branner[1]) in der Pedras Pretas-Grube, 26 km westlich von Nazareth im Staate Bahia ausgebeutet.

B. Schichtige Manganerze innerhalb normaler Sedimente.

a) Manganerzlagerstätten im Carbon.

Auf der Grube „Kaiser Franz" unweit von Elbingerode im Harz hat man nach W. Holzberger und C. Zerrenner[2]) bis über 1 m mächtige putzenförmige Einlagerungen von Manganerzen im Kieselschiefer des Culm abgebaut. Die Erze bestehen aus Psilomelan in dichten und traubigen Massen mit wenig Pyrolusit und Ueberzügen von Wad. Accessorisch finden sich Rhodonit und Manganspath beigemengt, auch ist Quarz zugegen. Der Gehalt der von dort früher in den Handel gelieferten Erze betrug durchschnittlich 60—63% Mangansuperoxyd und stieg bis 67%.

[1]) J. C. Branner. *The Manganese Deposits of Bahia and Minas, Brazil.* Trans. Amer. Inst. Min.-Eng. 1900 (M. Sept. 99).

[2]) W. Holzberger. *Neues Vorkommen von Manganerzen bei Elbingerode am Harze.* B.- u. H.-Z. 1859, S. 383. — C. Zerrenner. *Die Manganerz-Bergbaue in Deutschland, Frankreich und Spanien.* Freiberg 1861. S. 103.

Zerrenner hält diese Manganerze für spätere Ausscheidungen aus dem Kieselschiefer, eine Frage, die wohl noch weiterer Untersuchung bedarf.

Ebenfalls im culmischen Kieselschiefer liegen die von Klockmann[1]) erwähnten lagerartigen Vorkommnisse von Rhodonit und Manganspath bei Lautenthal im Harz.

Auch die Manganerzlager bei Alosno nördlich von Huelva in Spanien, die Pyrolusit und Psilomelan enthalten, sollen der Culmformation angehören.

Lager von Psilomelan, Pyrolusit und Brauneisenstein, sowie auch solche von arsenhaltiger Kupferschwärze und Malachit, befinden sich im horizontalen obercarbonischen (unteren) nubischen Sandstein am Wadi Nasb und Wadi Chalig am Sinai[2]).

b) Die mesozoischen Manganerzlager in Chile.

Noch wenig wissenschaftlich untersucht sind die sehr bedeutenden Manganerzlagerstätten in den Districten von Coquimbo und von Carrizal in Chile, die von der Chilian Manganese Mining Company ausgebeutet werden. Nach H. Louis[3]) sind sie einem der Jura- und Kreideformation angehörigen Schichtensystem von Sandstein, Schieferthon, Schiefer, Kalkstein und Gyps zwischengeschaltet, das unmittelbar auf Eruptivmassen aufruht. Die Erze bestehen aus Manganoxyden, -peroxyden und Silicaten in Verbindung mit kieseliger, kalkiger und barytischer Gangart, mit einem Mangangehalt von etwa 50% und einem sehr niedrigen Phosphorgehalt. Chile erzeugt jährlich an die 30000 t Manganerz.

c) Die oolithischen Manganerze des Eocäns in Transkaukasien.

Das Hauptvorkommniss von Manganerzen in Transkaukasien liegt bei Tschiatura (Tschiaturi) am Kwirila-Fluss (Kwrilli) im Gouvernement Kutais, 42 km von der Eisenbahnstation Kwirila an der Bahnlinie Tiflis-Poti. Die Erze bilden eine Einlagerung im Eocän, das hier mit annähernd horizontaler Lagerung Kalke und Mergel des Turon bedeckt, die ihrerseits unterhalb von Tschinopoli von Granit unterteuft werden.

---

[1]) B. u. H. d. Oberharzes, S. 65.

[2]) M. Blankenhorn. *Neues zur Geologie und Palaeontologie Aegyptens.* Z. f. pr. G. 1899, S. 392.

[3]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 878.

Das Eocän beginnt mit einem 0,4—5 m mächtigen, rothen oder grünlichen Sand, der Zähne von Lamna elegans enthält. Ueber diesem folgt das durchschnittlich 2 m, stellenweise bis 5 m mächtige Manganerzflötz, das aus 5—12 Bänken festen, oolithischen Pyrolusites mit einem Bindemittel von pulverigem Erz zusammengesetzt ist. Es streicht nahe unter dem Rande der niedrigen Plateaus zu Tage aus, in die das Tertiär durch die Erosion des Kwirila und seiner Seitenbäche zerlegt worden ist. Das Hangende bilden jüngere tertiäre Sande und Kalksteine. Das Erzlager kann angeblich auf eine Länge von 120 km verfolgt werden, sodass noch Vorräthe auf sehr lange Zeit vorhanden sind.

Der durchschnittliche Mangangehalt der Erze wird von F. Drake auf 40—45% geschätzt, innerhalb gewisser Areale steigt er auf 50%. Das von tauben Massen befreite Erz, wie es exportirt wird, enthält im Durchschnitt 51—52%, zuweilen bis 61% des Metalles bei einem Phosphorgehalt von durchschnittlich 0,16% und Kieselsäure nicht über 8%.

Nach demselben Autor ergab eine vollständige Analyse gereinigten Exporterzes von Tschiatura:

MnO_2	86,25 Proc.	$Na_2O + K_2O$	0,22 Proc.
Mn_3O_4	0,47 "	SiO_2	3,85 "
Fe_2O_3	0,61 "	CO_2	0,63 "
CuO	0,01 "	S	0,23 "
NiO	0,30 "	P_2O_5 (P=0,14)	0,32 "
Al_2O_3	1,74 "	H_2O	1,85 "
CaO	1,73 "	Sa.:	99,95 Proc.
MgO	0,20 "	Mn	54,90 "
BaO	1,54 "		

Als für den Versand ungünstige Eigenschaft der Erze wird ihre bröckelige Beschaffenheit hervorgehoben.

Die Lagerstätte wurde 1848 von dem Geologen Abich entdeckt und wird seit 1879 für den Export ausgebeutet. Die Production in Summa hat bereits über 1½ Millionen Tonnen erreicht. Im Jahre 1897 betrug sie 231 868 t.

Andere Fundpunkte dieser Art in demselben Gouvernement liegen bei Samtredie und bei Nowo-Senaki.

Auch das europäische Russland besitzt in der Eocänformation Manganerzlager, und zwar bei Nicopol am unteren Dniepr. Hier werden einige 0,5—3 m mächtige Flötze von Manganerz mit einem Gehalt bis zu 50% Mangan abgebaut. Die Production betrug im Jahre 1894 gegen 58 000 t

Wichtigste Litteratur:

A. Macco. *Reisebericht.* Z. f. pr. G., 1898, S. 203.

F. Drake. *The Manganese-Ore Industry of the Caucasus.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 28. Bd., 1899, p. 191—208.

d) Recente marine Absätze von Manganerz.

Von grosser Bedeutung für die Genesis der Manganerzlager ist der Nachweis des häufigen Vorkommens von Mangan-Eisenconcretionen von unregelmässig flacher Form auf dem Meeresboden in 1800—3000 m Tiefe. Im Gebiete des Golfstromes fand der Albatros den Meeresgrund davon bedeckt. Es befanden sich Stücke darunter von 2—15 cm Dicke und 10 kg Schwere, deren Unterseite oft aus zähem, blauem Thon bestand.

Auch im fein vertheilten Zustand gehören nach J. Walther[1]) Manganoxydhydrate in Verbindung mit Eisenoxydhydraten zu den am meisten verbreiteten Stoffen in marinen Sedimenten; alle Steine, Muscheln, Kalkalgen, Kalkbruchstücke, welche in 90 m Tiefe den Meeresboden bei Millport (Schottland) bedecken, zeigen dünne, schwarze, abwischbare Ueberzüge von Manganverbindungen. Der Challenger beobachtete ähnliche Manganüberzüge auf Pteropoden- und Globigerinenschalen aus 2560—2743 m Tiefe und bestätigte die grosse Verbreitung der erwähnten Manganconcretionen in den Tiefseeablagerungen des Indischen und Pacifischen Ozeans, in der Nähe vulkanischer Inseln auch des Atlantischen Ozeans[2]).

---

[1]) J. Walther. *Einleitung in die Geologie.* Jena 1893/94. S. 700.

[2]) Gümbel. *Ueber die Manganknollen im Stillen Ocean.* Sitzb. der K. Ak. München. 1878. — Murray-Irvine. *On the manganese oxides and nodules in marine deposits.* Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. 38. 1894.

Dritter Abschnitt.

Epigenetische Lagerstätten.

I. Erzgänge.

A. Allgemeine Schilderung der Erzgänge.

a) Definition des Begriffes Erzgang.

Gänge sind Ausfüllungen von Spalten, Erzgänge Spaltenausfüllungen, die Erze enthalten.

Ihre allgemeinen Formverhältnisse stimmen mit denen der Erzlager überein, es sind mehr oder minder unregelmässige Platten, die nach zwei Richtungen sich auskeilen, auch in ihrem sonstigen Verlauf grosse Schwankungen in der Mächtigkeit, grosse Abweichungen vom geradlinigen Streichen und Fallen erleiden können. Die Grenzflächen dieser plattenförmigen Gebilde gegen das Nebengestein nennt man Salbänder. Diese Bezeichnung wird gewöhnlich auch ausgedehnt auf die unmittelbar an das Nebengestein angrenzenden Gangtheile selbst. Häufig sind diese von weicher, lettiger Beschaffenheit und heissen dann Bestege oder Lettenbestege. Die beiden mehr oder weniger aufrechten Seiten des Querschnittes eines Stolln oder einer Strecke, die auf einem Gange getrieben sind, die Ulmen, fallen räumlich gewöhnlich mit den Salbändern zusammen. Der österreichische Bergmann gebraucht für das Wort Gänge häufig die Bezeichnung Klüfte, die sonst gewöhnlich nur in der Verbindung taube Klüfte oder dürre, d. i. erzleere Klüfte angewandt wird.

Es giebt nun sehr häufig abweichende Ausbildungen von Gängen, für welche die angeführte allgemeine Begriffsbestimmung nicht mehr ausreicht und einer Erweiterung bedarf. Es sind nämlich viele Gänge nicht einheitliche Kluftausfüllungen, sondern vielmehr Gesteinszonen

mit zahlreichen, im allgemeinen unter einander parallel verlaufenden, sehr schmalen Spaltenausfüllungen oder Trümern. Praktisch bilden solche Trümerzüge einen Gang, während sie genau genommen eine Vielheit von sehr kleinen Gängen darstellen. Die einzelnen Trümer solcher Zonen können auch transversalen Verlauf nehmen. Theile des Nebengesteines, mächtige Schollen oder kleinere Schalen, können durch solche Transversal- und Parallelträmer ganz aus dem Zusammenhang mit dem eigentlichen Gebirgsglied, das durch eine solche Zone zerschnitten wird, herausgelöst werden. B. v. Cotta[1]) hat derartige Gänge, die wesentlich aus von Erztrümern durchzogenem Nebengestein bestehen, als zusammengesetzte Gänge bezeichnet. Er unterscheidet sie von

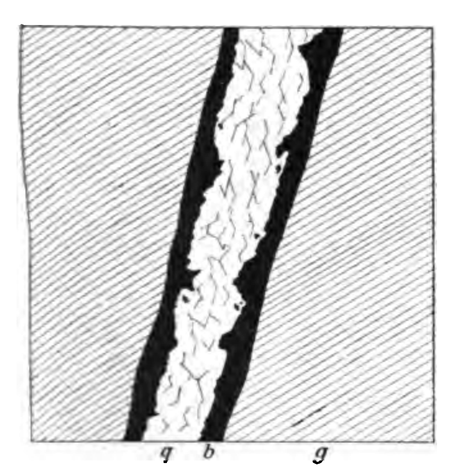


Fig. 53.
Einfacher Gang (Krieg und Frieden Stehender auf Himmelfahrt bei Freiberg).
q Quarz. *b* Zinkblende, *g* grauer Gneiss.

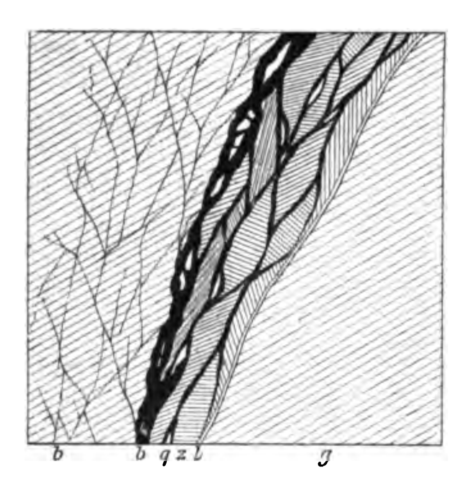


Fig. 54.
Zusammengesetzter Gang.
b Bleiglanz, *q* Quarz, *z* Schollen zersetzten Gneisses, *l* Lettenbesteg, *g* grauer Gneiss.

den einfachen, der allgemeinen Definition genügenden Gängen, die als einheitliche Spaltenausfüllungen sich zu erkennen geben. Diese Unterscheidung wurde von A. von Groddeck angenommen und wird namentlich neuerdings viel gebraucht. Bei den zusammengesetzten Gängen fehlt oft ein scharfes Salband, wenigstens auf einer Seite, und es ist alsdann dem subjectiven Ermessen des Beobachters anheimgestellt, anzugeben, wo der Gang seine Grenze gegen das Nebengestein erreicht.

Die beiden Figuren 53 und 54 stellen diese beiden Gangtypen dar.

---

[1]) B. von Cotta. *Ueber den sog. Gangthonschiefer von Clausthal.* B.- u. H.-Z. 1864, S. 393.

Von einem Gange der zweiten Art geben wir ausserdem einen Theil in photographischer Nachbildung[1]) (Fig. 55).

Ein gutes Beispiel für einen Gang, welcher der älteren Definition nicht genügt, sondern vielmehr eine grossartige, oft sehr mächtige Durchtrümerungszone darstellt, ist der berühmte Mutter-Gang (Mother-Lode) in Californien, ein Goldquarzgang. Es ist ganz willkürlich und mehr eine ökonomische als geologische Frage, welche der zahlreichen Parallelklüfte dieses Ganges man als seine Begrenzungsfläche ansehen will.



Fig. 55. *Theil eines zusammengesetzten Ganges.*
(des Traugott Spat auf Gesegnete Bergmanns Hoffnung bei Obergruna).
Man sieht grauen Gneiss, durchzogen von schmalen Trümern von Bleiglanz und etwas Quarz.

Sehr verbreitet sind zusammengesetzte Gänge u. a. auch bei Freiberg, bei Clausthal im Harz und bei Kremnitz in Ungarn.

Selbst der Begriff „Ausfüllung" kann zuweilen an jener Definition vermisst werden. Gewisse Gänge nämlich, namentlich Golderzgänge, sind nichts anderes als Zonen im Gestein, die von zahllosen an sich so gut wie leeren Spältchen durchzogen werden und von ihnen aus mit goldhaltigen Pyriten oder anderen Erzen in abbauwürdiger Weise imprägnirt sind. Solche zerrüttete und imprägnirte Gesteinszonen, in der Praxis auch Gänge genannt, fallen gewöhnlich mit Verwerfungsflächen

[1]) Rickard in Transact. of the Amer. Min. Eng. Inst., Vol. XXVI., S. 216.

zusammen. Endlich geht der Begriff einer „Ausfüllung von Spalten“ auch in solchen Fällen verloren, wo von einer an sich so gut wie erzleeren und vielleicht auch von sonstigen Mineralien fast leeren Spalte aus beiderseitig eine Nebengesteinszone ganz von neugebildeten Erzen und anderen Mineralien ersetzt worden ist, wie bei manchen Bleiglanzlagerstätten in Kalksteinen.

Dahingegen ist S. F. Emmons[1]) zu weit gegangen, wenn er solchen immerhin nur untergeordneten Verdrängungsvorgängen (metasomatischen Vorgängen) bei der Gangbildung eine Hauptrolle zuweist. Dass solche Umwandlungen vorkommen, war übrigens schon G. A. von Weissenbach bekannt[2]).

b) Räumliche Beziehungen der Erzgänge.

„Die Weite der ausgefüllten Spalten, rechtwinklig von Wand zu Wand gemessen, nennt man ihre Mächtigkeit, das Gestein, in welchem die Spalte aufgerissen ist, Nebengestein, oder auch, wenn der Gang nicht senkrecht steht, das darüber befindliche Hangendes, das darunter befindliche Liegendes. Die horizontale Richtung der Gangfläche nennt man das Streichen des Ganges, die der verticalen am nächsten kommende sein Fallen. Macht die Gangfläche Undulationen, so lassen sich diese durch viele Beobachtungen auf eine der mittleren Lage dieser Fläche entsprechende Ebene reduciren, deren Streichen und Fallen dann das Mittlere oder Hauptstreichen und Hauptfallen des Ganges ist.“ (v. Cotta.)

Meist wird das Streichen eines Ganges mit Hülfe des bergmännischen, in zweimal 12 Stunden eingetheilten Compasses bestimmt. Das Fallen liest man an einem mit dem Compass verbundenen Gradbogen ab. Dieser ältere Compass wird neuerdings auch bei Bergleuten mehr und mehr verdrängt durch einen solchen, der eine Gradeintheilung, in zweimal 180° enthält[3]), und in wissenschaftlichen Monographien findet man oft schon das Streichen der Gänge nur nach Graden angegeben, wie es in der allgemeinen Geologie längst üblich ist.

---

[1]) S. F. Emmons. *Structural Relations of Ore Deposits.* Transact. Am. Inst. of Min. Eng. Febr. 1888.

[2]) G. A. von Weissenbach. *Gangverhältnisse.* 1836. S. 52.

[3]) Die besten Instrumente dieser Art in verschiedenen Bautypen liefert die bekannte Firma für Feinmechanik M. Hildebrand in Freiberg. Besonders in Amerika gut eingebürgert hat sich die praktische Bezifferung 0—180° von N. aus sowohl nach links, wie nach rechts.

Die seit Alters her im Erzgebirge, auf dem Harz und anderen deutschen Gebirgen eingebürgerten Eintheilungen der Gänge in verschiedene Kategorien nach ihrem Streichen und Fallen sind dagegen noch heute in weiten Kreisen im Gebrauch. Folgendes Schema (s. Fig. 56) giebt die aus dem Streichen entnommenen Bezeichnungen dieser Art:

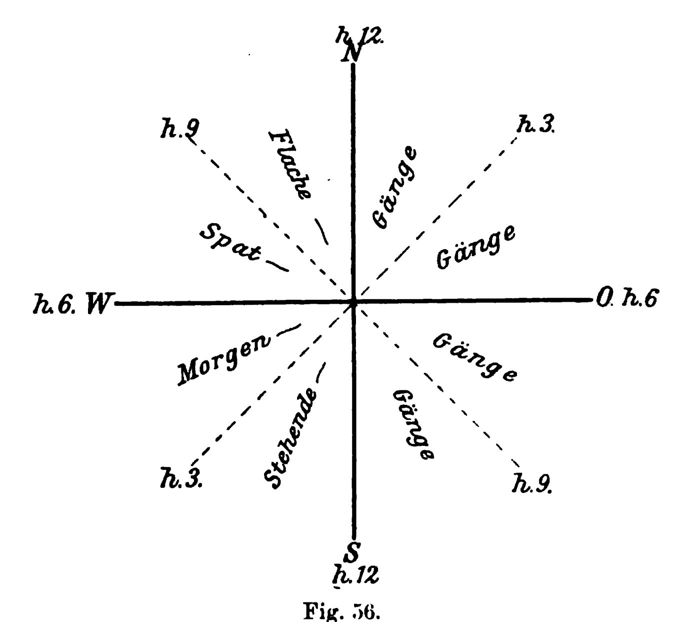


Fig. 56.
Eintheilung der Gänge nach ihrem Streichen.

Tiefstreichend nennt man dabei solche Gänge einer bestimmten Abtheilung dieses Schemas, wenn sie in deren Anfang, hochstreichend, wenn sie gegen deren Ende hin liegen. Ein hor 4 streichender Morgengang ist darum ein tiefstreichender, ein hor 5 streichender ein hochstreichender. Von den fast genau nach hor 3, 6, 9 und 12 streichenden Gängen sagt man, sie streichen in den Wechselstunden.

Hierzu ist zu bemerken, dass bei der Taufe eines neu aufgefundenen Ganges die Einreihung in eine der genannten Abtheilungen nach dem observirten, nicht nach dem berechneten Streichen, also ohne Berücksichtigung der jeweiligen Declination der Magnetnadel vorgenommen zu werden pflegte. Ferner behielt man auf den Rissen das einmal gegebene Beiwort bei, auch wenn sich vielleicht bei weiteren Aufschlussarbeiten hätte zeigen sollen, dass die zufällig zuerst aufgefahrene Gangstrecke im Gegensatz zum grossen Ganzen ein etwas abweichendes Streichen besessen hatte. So kann es vorkommen, dass ein auf den amt-

lichen Rissen und in den Akten als hochstreichender Spatgang geführter Gang thatsächlich zur Gruppe der Flachen gehört. Solche Widersprüche konnten auch daraus entstehen, dass bei einer viel späteren Aufnahme des Bergbaues auf einem auf älteren Rissen amtlich eingetragenen Gang inzwischen die Declination sich wesentlich geändert hatte, und damit das observirte Streichen nicht mehr mit den älteren Beobachtungen übereinstimmte. Neuerdings trägt man daher die Gänge besser mit reducirtem, auf den astronomischen Meridian bezogenem Streichen ein.

In den österreichischen Bergbaugegenden weicht die Bezeichnung etwas ab. Man bedient sich dort gemeinhin des in 24 Stunden getheilten Compasses und nennt dann die zwischen hor 21 und 3, bezw. hor 9 und 15 streichenden Gänge Mitternachtsgänge, die zwischen hor 3 und 9, bezw. hor 15 und 21 streichenden dagegen Morgengänge.

Die nach dem verschiedenen Fallen eingerichteten Abtheilungen ergeben sich aus folgendem Schema (s. Fig. 57):

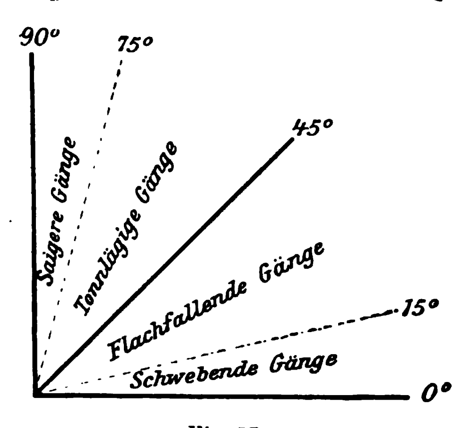


Fig. 57.
Eintheilung der Gänge nach ihrem Fallen.

Die meisten Gänge gehören zu den Gruppen der saigeren oder tonnlägigen, die anderen beiden Abtheilungen kommen viel seltener vor. Nur locale Bedeutung können die Bezeichnungen rechtsinnig und widersinnig fallende Gänge haben. Im Freiberger Gebiet zum Beispiel fallen die meisten Gänge nach W., und darum werden hier die ausnahmsweise nach O. fallenden Glieder des Gangnetzes widersinnig fallende genannt. In einem anderen Gebiete kann es gerade umgekehrt sein, wie z. B. bei Schemnitz.

Nimmt ein Gang plötzlich eine andere Richtung an oder „kommt er aus der Stunde", um nach kürzerer Erstreckung wieder die alte Richtung einzuschlagen, so sagt man, er „schlägt oder wirft einen Haken". Der Gang „stürzt sich", wenn er bei vorherrschendem flacheren Fallen plötzlich in ein steiles übergeht, er „verflächt sich" oder — je nach der Richtung, woher der Beobachter kommt — „er richtet sich auf", wenn das umgekehrte Verhältniss statt hat.

Zeigt das Querprofil eines Ganges eine sanfte seitliche Ausbiegung an einer bestimmten Stelle, so heisst es, hier „macht der Gang eine Wanne“.

Die **Mächtigkeit** kann oft grossem und häufigem Wechsel unterworfen sein. Sie kann auf 0 reducirt werden, wobei man sagt, der Gang „verdrückt“ sich (bei *a* von Fig. 58), um sich vielleicht nach kurzer Erstreckung „wieder aufzuthun“ (bei *b* von Fig. 58).

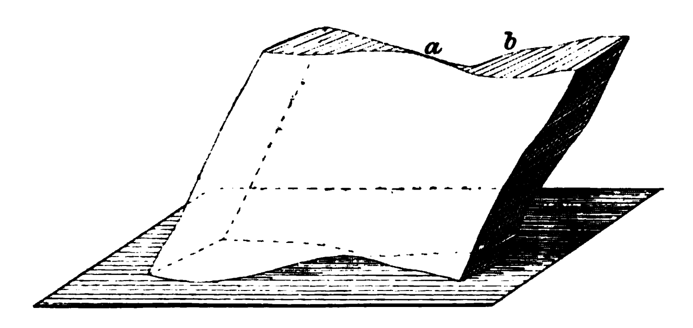


Fig. 58. *Ein Gang, der sich verdrückt (a) und wieder aufthut (b).*
Wie einige folgende Figuren nach A. von Groddeck.

Bei der grossen Mehrzahl der Gänge schwankt die Mächtigkeit etwa zwischen 0,5—1 m. In dem Freiberger Gebiet erreichen die grösste Mächtigkeit die Gänge der barytischen Bleiformation, bis zu 6 m, die anderen sind gewöhnlich zwischen 0,15—0,5 m mächtig. Ausnahmsweise kommen Gangmächtigkeiten bis zu 50 m und darüber

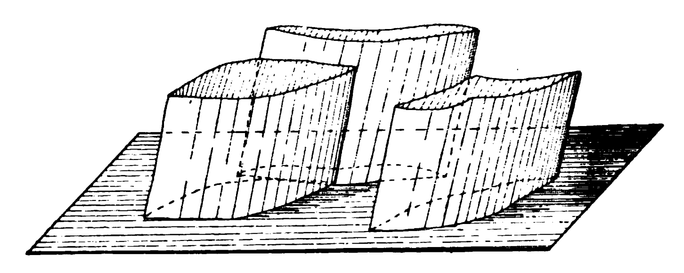


Fig. 59. *Lenticulargänge.*

vor, wie am berühmten Comstock Lode in Nevada. In solchen Fällen handelt es sich stets nur um zusammengesetzte Gänge, um Züge dicht aneinander gerückter Parallelgänge oder wohl auch um breite Imprägnationszonen im Gestein.

Sehr wenig mächtige Gänge werden wohl als Gangtrum, Trum, Schnur, Schnürchen, Ader u. dergl. bezeichnet.

Durch ein in kurzen Abständen häufig wiederholtes Verdrücktwerden und Wiederaufthun werden die Linsengänge oder Lenticulargänge [Playfair] (Fig. 59, S. 126) gekennzeichnet, die auch, wenn sie saiger stehen, als eine Reihe stehender Stöcke definirt werden können. Solche Lenticulargänge sind nach K. Schmeisser z. B. recht häufig im Gebiete von Coolgardie in Westaustralien bei den dortigen goldführenden Quarzgängen, besonders in der Edjudina-Ganggruppe.

Unter „Blättern" versteht der österreichische Bergmann dünne, zuweilen nur papierdünne Klüfte, die zwar selbst erzleer sind, aber zuweilen von einer mit Erzen imprägnirten Zone des Nebengesteines begleitet sind. So hat man am Rathausberge bei Gastein im Gneissglimmerschiefer ganze Systeme von derartigen Blättern, zwischen denen das Nebengestein mit gediegen Gold und goldhaltigen Sulfiden sich imprägnirt erweist. Auch die Klüfte, mit denen die Erzmittel im Dolomit von Raibl in Zusammenhang stehen, werden Blätter genannt.

Der Form nach verwandte Gebilde sind die Zwitterbänder, schmale, oft nur messerstarke, mit Quarz, Topas, Lithionglimmer, Flussspath und wenig Erz gefüllte Klüfte, von denen aus das Nebengestein, Granit oder Schiefer, in einem beiderseitig gewöhnlich nur 1—10 cm breiten Streifen mit Zinnstein und seinen Begleitern „angeschwängert ist", wie die sächsischen Bergleute früher sagten.

c) Art der „Endschaft" eines Ganges.

Ganz wie ein Lager „keilt sich ein Gang aus", wenn seine Begrenzungsflächen allmählich sich nähern und schliesslich vereinen (Fig. 60, S. 128). Oft bleibt aber wenigstens noch eine Ablösungsfläche im Gestein übrig, die mit einer kaum wahrnehmbaren Lettenschicht belegt ist. In anderen Fällen löst sich der Gang in mehrere schmale Trümer auf, er „zerschlägt" sich (Fig. 61). Als Beispiel würde anzuführen sein das ruthenförmige Zerschlagen der Zinnerzgänge im Sauberge bei Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge, kurz bevor diese die Tagesoberfläche erreichen. Sehr gewöhnlich sieht man Gänge sich zerschlagen, wenn sie in ein spröderes Gestein übertreten. So zerschlagen sich die Freiberger Erzgänge sehr häufig beim Uebergang aus dem Gneiss, dessen Cohäsionsverhältnisse die Herausbildung einer gut entwickelten einheitlichen Gangbildung begünstigen, in den Quarzporphyr, der jenen gangförmig durchsetzt. Die folgende Fig. 62 zeigt das Verhalten des Gottlob Morgengang auf dem David Richtschacht bei Freiberg beim Durchsetzen durch einen solchen Porphyrgang. Der Erzgang setzt mit seiner

ganzen Mächtigkeit an den Porphyr heran und löst sich beim **Eintritt** in denselben in zahlreiche mehr oder weniger parallele Schnüre **auf.** Unmittelbar nach dem Wiederaustritt aus dem Quarzporphyr erhält **er**

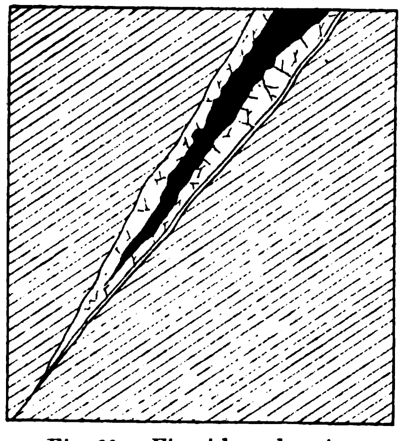


Fig. 60. *Ein sich nach unten auskeilender Gang.*

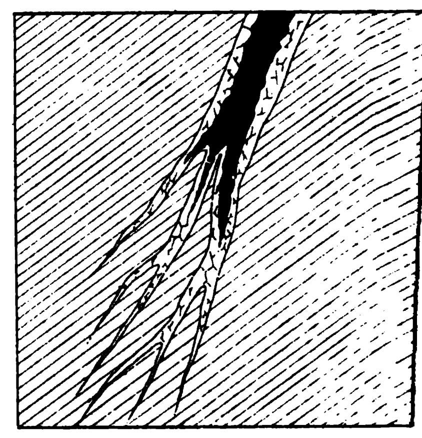


Fig. 61. *Ein sich nach unten zerschlagender Gang.*

die alte Beschaffenheit wieder. Uebrigens erfolgt diese Zertrümerung nicht überall, wo die Porphyre im Freiberger Revier durch Erzgänge durchsetzt werden. Trifft der Gang stumpfwinklig auf den Porphyr, so

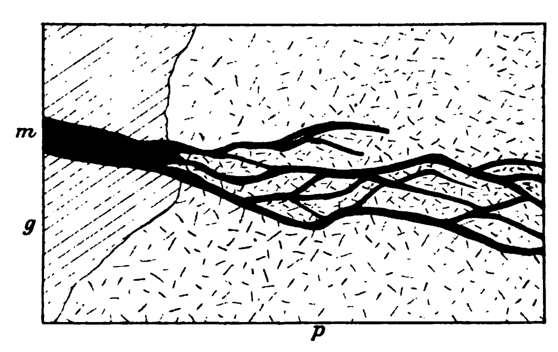


Fig. 62.
Zertrümerung des Gottlob Morgengang im Quarzporphyr im David Richtschacht bei Freiberg.
g grauer Gneiss, *p* Quarzporphyr, *m* Erzgang.

kommt es auch vor, dass er glatt und ohne wesentliche Verarmung hindurchsetzt. Ein lehrreiches Beispiel ähnlicher Art beschreibt T. A. Rickard[1]) von den Silbererzgängen der Grube Enterprise in

[1]) Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Vol. XXVI, 1897, S. 197.

Colorado. Diese zertrümern sich und vertauben im Kalkstein, schneiden dagegen scharf durch und führen schönes und reiches Erz in dem mit jenem wechsellagernden Sandstein. Auch in den quarzigen an Turmalin reichen Elvans (Quarzporphyren) von Cornwall zerschlagen sich die Gänge nach W. J. Henwood*) gewöhnlich in zahllose Trümer, die sich erst wieder zusammenfinden, wenn der Gang eine weichere, feldspathreiche Gesteinszone erreicht. Aehnliches beobachtet man an den Gängen am Spitzenberg bei Silberberg in Schlesien beim Uebergang aus dem Gneiss in die überlagernden Grauwacken.

Ein ganz allmähliches Ausklingen, ein „Verschwimmen" von Gängen kommt nicht bei eigentlichen Gangspalten, sondern nur bei gangartigen, erzhaltigen Schlieren in Eruptivgesteinen vor, wie bei Ilmenitschlieren im Norit von Ekersund in Norwegen (siehe S. 31).

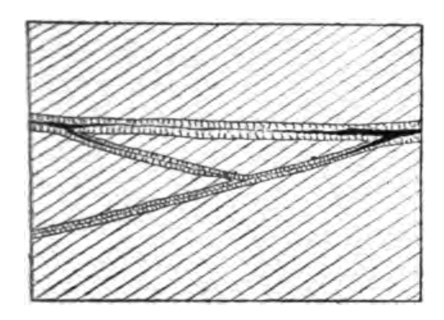


Fig. 63.
Zwei nach O. hin sich schaarende Erzgänge, durch ein Diagonaltrum verbunden.

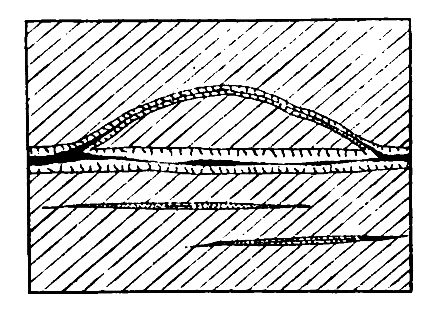


Fig. 64.
Ein Erzgang mit einem Bogentrum und mit zwei Nebentrümern.

Umgekehrt können mehrere einzelne Gangtrümer zu einem einzigen mächtigeren Gange sich vereinen, „sich schaaren". Hierüber wird noch in dem Abschnitt von den Gangkreuzen zu sprechen sein.

Ein Quertrum oder Diagonaltrum ist ein solches, das unter spitzem oder stumpfem Winkel zwei parallele oder divergirende Gänge verbindet (Fig. 63), wie z. B. ein solches Trum zwischen dem Burgstädter Hauptgang und dem Kranicher Gang auf dem Oberharz. Ein Bogentrum dagegen läuft spitzwinklig vom Hauptgang aus, um sich ebenfalls wieder spitzwinklig mit ihm nach einer Strecke zu schaaren (Fig. 64). Der englische Bergmann nennt die Gebirgsscholle zwischen zwei solchen Gängen „horse" oder „rider". Typische Bogen-

*) Trans. Royal Geol. Soc. of Cornwall 1843, p. 219—225.

trümer findet man z. B. am Bockswieser Hauptgang auf dem Oberharz. Nebentrümer oder Gefährten (Fig. 64 unten) sind kleine, dem Hauptgange parallele, diesem aber nicht sich zuschaarende Trümer, wie z. B. beim Neu Hoffnung Flachen auf Himmelfahrt bei Freiberg.

Ein Abschneiden eines Ganges in seiner vollen Mächtigkeit kann meist nur durch jüngere Hindernisse seiner Weitererstreckung, wie durchsetzende Eruptivmassen oder Verwerfungsklüfte, verursacht werden.

d) Länge der Gänge und ihre Erstreckung nach oben und unten.

Bei der Länge kann man naturgemäss unterscheiden eine Länge im Streichen oder Längenerstreckung und eine Länge im Fallen oder Tiefenerstreckung. In beiden Beziehungen herrschen die grössten Verschiedenheiten. Dort, wo mehrere Abarten von Erzgängen ihrer Zusammensetzung nach unterschieden werden können, haben sie manchmal auch verschiedene Längenerstreckung. Im Freiberger Revier haben die Gänge der barytischen Bleiformation die grössten Längen aufzuweisen; so kommt nach H. Müller die Länge des Halsbrücker Spates mitsammt zugeordneten Trümern auf 8,4 km zn stehen. Unter den Gängen der kiesig-blendigen Bleiformation kann der Kirschbaum Stehende nebst seiner südlichen Fortsetzung, dem Hohe Birke Stehenden, 7 km Länge aufweisen. Die Gänge der edlen Bleiformation wurden meist nur bis 1 km verfolgt. Nur der Johannes St., Neuglückstern St. und Neue Hohe Birke St. bei Bescheert Glück erreichen über 2 km Länge. Von der edlen Quarzformation endlich hat man ein paar Gänge auf über 1,5 km nachweisen können. Viel längere Gänge werden im Harz beobachtet. So bildet der Rosenhöfer, Rosenbüscher und Schulthaler Gang die Ausfüllung einer zusammengesetzten Gangkluft von 16,3 km (v. Groddeck), und der Gegenthal-Wittenberger Zug erreicht 18 km Länge. Der längste aller bekannten Gänge soll der goldführende Mother Lode in der Sierra Nevada in Californien sein, dessen Länge man auf ungefähr 112 km veranschlägt.

Eine wichtige Frage ist die nach der Erstreckung nach unten. Die meisten Erzgänge setzen noch über die Region hinab weiter fort, bis wohin die bergmännischen Arbeiten der betreffenden Gebiete vorgedrungen sind, „bis in die ewige Teufe“, wie der Bergmann zu sagen pflegt. Oft heisst es zwar in älteren Berichten, dass dieser und jener Gang mit einer gewissen Teufe sein Ende erreicht habe. Meist aber waren es nur bergbauliche Hindernisse, die seine Spur nicht wieder auffinden liessen, und gar oft hat ein späterer, energischer Betrieb

solche scheinbar verlorene Gänge bis in beträchtliche, weitere Tiefen wieder aufgeschlossen. So sollten nach der früheren Annahme die Gänge von Bescheert Glück zwischen Freiberg und Brand solche „Rasenläufer“ sein, die nur an die oberen Teufen gebunden wären. Die letzte dortige Bergbauperiode aber hat die Unhaltbarkeit dieser vorgefassten Meinung erwiesen. Die Technik der neuesten Zeit hat bisweilen Gänge bis in sehr beträchtliche Teufen hinab verfolgen können, ohne dass der Charakter der Spaltenfüllungen sich merklich verändert hätte. So reichen die Aufschlüsse auf dem Adalbertgang bei Přibram bis zu 1110 m (bis 564 m u. d. Spiegel des Meeres). Die Gänge des Oberharzes sind bis über 850 m Teufe verfolgt. Auch in Freiberg stand man lange unter dem Einflusse der Werner'schen Doctrin, dass die Gänge Oberflächenerscheinungen der Erdkruste seien. Erst von Beust setzte die Unhaltbarkeit dieser Meinung auseinander und empfahl Tiefbauten im grossen Stile, sodass nun der schon 1838 durch von Herder angeregte Tiefe Rothschönberger Stolln zur Ausführung gelangte und neuerdings die Gänge bis über 650 m Teufe in Abbau genommen werden konnten. Auch ausserhalb Europas hat man Gänge bis in grosse Teufen verfolgt, so die Golderzgänge in der Lansells-Grube im Bendigo Goldfeld in der Colonie Victoria bis zu 975 m. Im allgemeinen gilt der Erfahrungssatz, dass Gänge mit ausgedehnter streichender Länge auch in bedeutende Teufe hinabsetzen, während Gänge, die oberflächlich auf nur kurze Entfernung nachgewiesen werden können, auch nach der Tiefe zu sich rasch verlieren.

Freilich muss man bedenken, dass die bergbaulichen Aufschlüsse sich in einer im Verhältniss zum Erddurchmesser nur äusserst geringen Tiefe bewegen und voraussichtlich auch in Zukunft nur bewegen werden können. Immerhin aber hat die Frage theoretisches Interesse, bis zu welcher Tiefe überhaupt Erzgänge im Bereiche der Möglichkeit liegen.

Eine Discussion seiner Beobachtungen über Gesteinsumformung und der bekannten Verhältnisse der geothermischen Tiefenstufe in Hinblick auf die Thermen führte A. Heim[1]) zu der Annahme, dass mit Wasser gefüllte, offene Spalten bis zu 3000—4000 m Teufe bestehen können, ohne von dem gewaltigen Seitendruck in der Erdkruste sofort wieder geschlossen zu werden.

Neuerdings hat sich C. R. Van Hise[2]) mit dem Problem beschäftigt, wie weit hinab überhaupt eine Spaltenbildung möglich sei. Nach seiner Ansicht beginnt

---

[1]) A. Heim. *Mechanismus der Gebirgsbildung.* II. Bd. 1878. S. 107.

[2]) C. R. Van Hise. *Some Principles Controlling Deposition of Ores.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 7—9, p. 11.

Die Abhandlung ist auch mit mehreren anderen sehr wichtigen Arbeiten aus dem Gebiet der Lehre von den Erzlagerstätten, mit solchen von F. Pošepny,

schon in 10000 bis 12000 m Tiefe die Zone des plastischen Zustandes der Gesteine (Zone of Flowage), denn von hier ab ist das Gewicht der auflastenden Massen grösser, als dass selbst die festesten Gesteine ihre Form behalten könnten. Die Spaltenbildung wird von hier ab ersetzt durch eine Verschiebung der kleinsten Theilchen verbunden vielfach mit einer Auflösung und Wiederauskrystallisirung von mineralischer Substanz (granulation and recrystallisation).

Nach demselben Autor ist nicht anzunehmen, dass schon oberhalb dieser Zone in einer bestimmten Tiefe eine Ueberführung des in einer Spalte befindlichen Wassers in Dampf erfolgen müsse. Zwar würde nämlich, wenn man eine geothermische Tiefenstufe von 30 m annimmt, die kritische Temperatur des Wassers, 364° C, schon auf eine Tiefe von 10920 m fallen, aber nur ohne Rücksicht auf den Druck der Wassersäule. Dieser hydrostatische Druck ist in jeder gegebenen Tiefe einer Spalte vielmehr reichlich gross genug, um das Wasser in flüssiger Form zu halten.

Dass Erzgänge nach oben hin ihre Endschaft nehmen und überhaupt nicht „zu Tage ausstreichen", d. i. mit der Erdoberfläche sich nicht schneiden können, dafür sind in der Litteratur Beispiele vorhanden, wenngleich auch hier gewiss manchmal Irrthümer leicht möglich sind, weil die oberste Region eines Erzgangs durch atmosphärische Einflüsse bis zur Unkenntlichkeit entstellt sein kann. Eine solche beschränkte Erstreckung nach oben hin wird von den sogenannten Kobaltrücken von Riechelsdorf in Hessen berichtet (v. Leonhard). Im Freiberger Revier hat man von den meisten Gängen der Grube Himmelsfürst ein Ausgehendes nicht festzustellen vermocht, so namentlich bei dem in der Tiefe recht bedeutenden Gange Silberfund St. Im Niveau des Segen Gottes Stolln und des Moritz Stolln wurde nach E. W. Neubert[1]) die Projection dieses Ganges mehrere Male überschritten, ohne ihn zu entdecken. Aehnliches wird vom Neu Glück St. auf der Grube Alte Hoffnung Gottes berichtet.

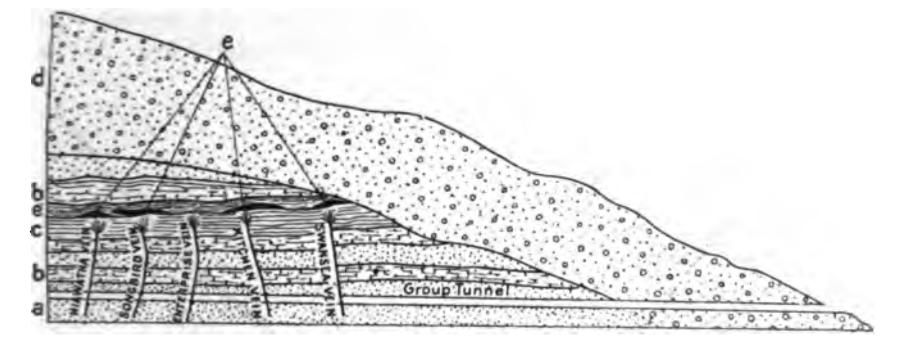
Ganz merkwürdige Verhältnisse endlich haben wir durch T. A. Rickard[2]) von der Grube Enterprise, Colorado, kennen gelernt. Die zahlreichen Gold haltigen Silbererzgänge, die hier die schwach geneigten Schichten des Carbons durchsetzen, liessen sich von der Sohle des Group-Tunnels ins Hangende hinauf nur bis zu einem ganz bestimmten,

S. F. Emmons, W. H. Weed, W. Lindgren, J. H. L. Vogt, J. F. Kemp, W. P. Blake, G. A. Rickard nebst zugehörigen Discussionen zu dem werthvollen Sammelband vereint: *„The Genesis of Ore-Deposits by Professor F. Pošepny. Reprinted etc"*. Publ. by the Am. Inst. Min. Eng. New-York City 1902.

[1]) Freiberger Jahrb., 1881, S. 51.

[2]) T. A. Rickard. *The Enterprise Mine.* Trans. Amer. Min. Eng., Vol. XXVI. for 1896, S. 975.

aus schieferigem Gestein bestehenden Horizont verfolgen (Fig. 65). Schon vor Erreichung dieses Horizonts wurden sie wesentlich ärmer und waren nicht mehr bauwürdig, während in der Grenzschicht sich wiederum sehr reiche, in der Zusammensetzung denen der Gänge analoge, flötzartige Mittel einstellten. Nach der Erklärung von Rickard leisteten die etwas plastischen Schiefer der Aufbrechung der Spalten einen Widerstand, auch die auf den offenen Klüften alsdann aufsteigenden Lösungen wurden so von dem Schiefer wie durch einen Damm aufgehalten, und zugleich waren die kohligen Beimengungen dieses Schiefers Veranlassung, dass die in den nun stagnirenden Lösungen enthaltenen metallischen Verbindungen ausgefällt wurden, und jene lagerartigen Erzmassen entstanden.



Eig. 65. *Das Abschneiden der Erzgänge der Enterprise Grube nach oben hin* nach Rickard.

a Sandsteine, *b* Kalksteine, *c* Schiefer, *d* jüngeres Deckgebirge, *e* Erzlager in dem sog. Contact.

Auch kann sich ein Gang nach oben hin noch vor Erreichung der Tagesoberfläche zertrümern und nur in seinen unbedeutenden Zweigen zu Tage ausstreichen, wie dies bei den berühmten Silber-Zinnerzgängen des quarztrachytischen Cerro de Potosi in Bolivien der Fall war (A. W. Stelzner). Auch bei Nagyág gehen viele Klüfte nicht zu Tage aus (J. Grimm).

Topographisch hebt sich der Ausstrich eines Ganges durchaus nicht immer deutlich auf der Erdoberfläche ab. Waltet bei der Spaltenfüllung eine harte, von den Atmosphärilien schwer angreifbare Gangart vor, so kann ein Gang als ein felsiger Grat oder eine niedrige Mauer hervortreten, wie bei vielen Goldquarzgängen, die darum vom englisch sprechenden Bergmann auch „reefs" genannt werden. Im Gegensatz wird ein Gang oberflächlich durch eine furchenartige Einsenkung markirt werden können, wenn seine Füllung aus leicht zersetzbaren Erzen und

löslichen Carbonaten besteht. (Siehe auch die spätere Schilderung der Hutbildungen.)

Wie bei den Lagern kann der Ausstrich eines Ganges ein offener sein oder ein verdeckter, das heisst ein durch jüngere Ablagerungen verhüllter. Besonders häufig bilden diluviale Schwemmlandmassen derartige Hüllen über Gangausstrichen.

e) Besondere Lage der Gänge in Bezug auf das Nebengestein.

Gänge können die Schichtung des Nebengesteins durchschneiden und heissen dann Quergänge (Fig. 66). Zu dieser Gruppe gehören bei weitem die meisten Vorkommnisse. Oder es besitzen Gänge das gleiche Streichen und Fallen wie das Nebengestein und werden dann Lagergänge genannt (Fig. 67). Sehr verbreitet sind diese in der

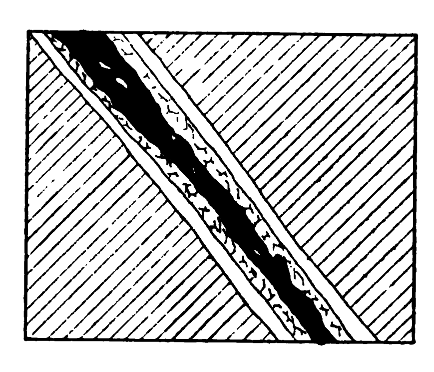


Fig. 66.
Ein Quergang.

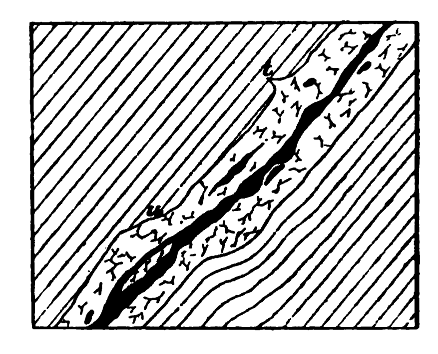


Fig. 67.
Ein Lagergang.
Bei *u* locale Ueberschneidung, bei *s* kleines Seitentrum.

Gruppe der Goldquarzgänge, gewöhnlich mit zahlreichen, linsenförmigen Anschwellungen. Oft ist es schwer, solche Lagergänge von echten Lagern zu unterscheiden. Das Vorkommen localer Ueberschneidungen der Schichtung, das Auftreten kleiner querlaufender Ausläufer, die Entwicklung echter, der Zusammensetzung nach ähnlicher oder gleicher Spaltengänge in demselben Gebiet sind die Haupterkennungszeichen für solche zweifelhafte Lagergänge. Auch die Beobachtung von Bruchstücken des Nebengesteins inmitten der Gangmasse wird die echte Gangnatur sicher stellen.

Eine besondere Abart der Lagergänge stellen die sog. Sattelgänge der australischen Geologen dar. Sie sind am besten entwickelt

im Bendigo Goldfeld der Colonie Victoria, wo sie von Dunn[1]), Rickard[2]), Samuels[3]), Schmeisser und Vogelsang[4]) beschrieben worden sind. Sie mögen hier als bisher wenig bekannte Gebilde ausführlicher geschildert werden.

An den Umbiegungsstellen der zu zahlreichen Sätteln und Mulden scharf zusammengelegten Schiefer und Sandsteine des Silurs von Bendigo ist es zu einer Aufblätterung der Schichten in grossem Massstab gekommen (Fig. 68). Die entstandenen, bei den Sätteln dach- oder glocken-

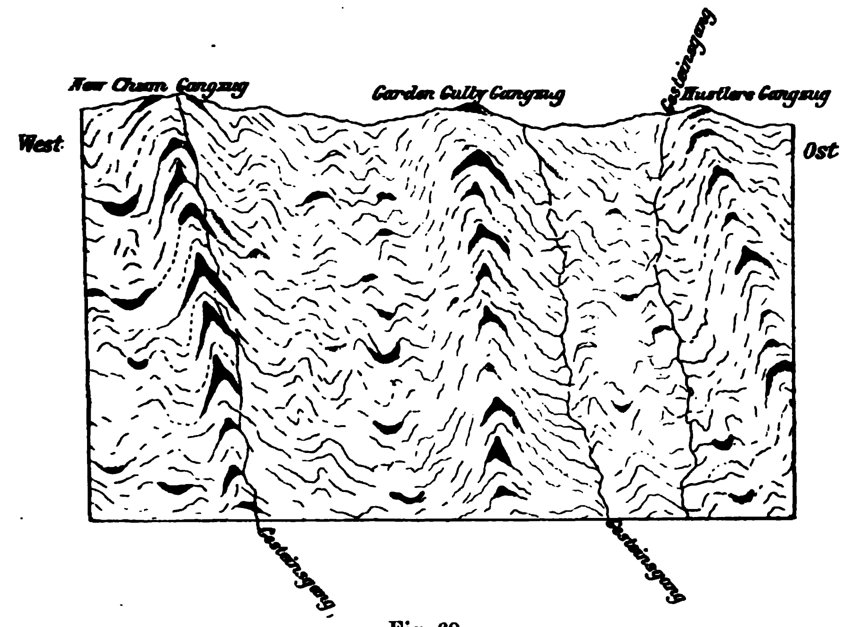


Fig. 68.
Idealschnitt durch das Bendigo Goldfeld.
Nach K. Schmeisser.

förmigen, bei den Mulden wannen- oder schüsselförmigen Hohlräume sind mit Quarz erfüllt worden, der Freigold und goldhaltige Sulfide in feiner Vertheilung enthält, zuweilen auch scharfkantige Bruchstücke des

---

[1]) Dunn. *Rep. on the Bendigo Gold Fields.* Publ. by the Victoria Mines, Dept. Melbourne.

[2]) Rickard, T. A. *The Bendigo Gold Fields.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., XX. 1891, p. 499.

[3]) Samuels. *Origin of the Bendigo Saddle Reefs.* Ref. Z. f. pr. G., 1894, S. 95.

[4]) K. Schmeisser u. K. Vogelgesang. *Die Goldfelder Australiens.* Berlin 1897. S. 64.

Nebengesteins umschliesst. Diese, sowie auch von der lagerähnlichen Quarzmasse ins Liegende ausgehende kurze Quertrümer erweisen die Gangnatur dieser Gebilde (Fig. 69), deren mehrere in mehr oder minder grossen Abständen übereinander folgen können. Ihre Dimensionen sind zum Theil bedeutend. Der New-Chum Sattel ist auf eine Länge von 22 km und eine Tiefe von 975 m aufgeschlossen worden. Neben den Sattelgängen kommen dort auch gewöhnliche Quergänge von ähnlicher Zusammensetzung vor.

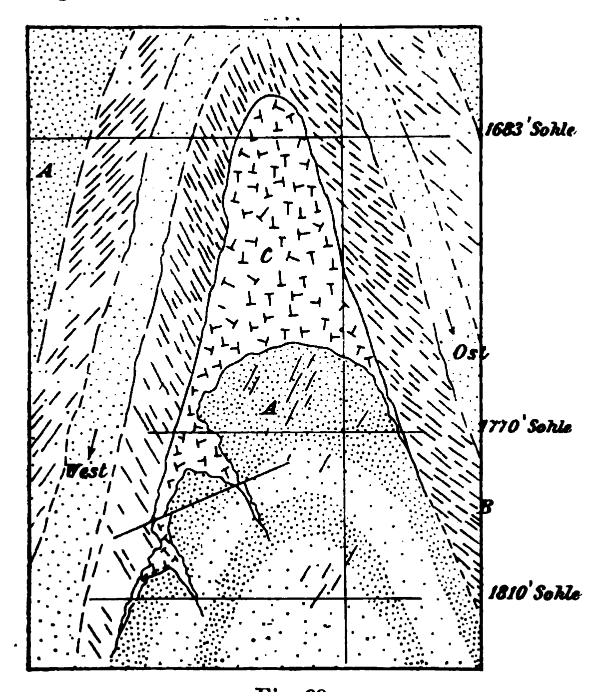


Fig. 69.
Schnitt durch einen Sattelgang der New Chum Cons. Mine.
A Sandstein, *B* schiefriger Sandstein mit Quarzschnüren, *C* Gangquarz mit Gold und Sulfiden.

Ganz ähnliche Sattelgänge hat E. R. Faribault aus Nova Scotia beschrieben (siehe unter schichtigen Golderzlagerstätten).

Nach E. F. Pittmann und J. B. Jaquet muss auch die berühmte Lagerstätte von Brokenhill in dem Barrier Gebirge, N.-S.-Wales, die weiter unten noch genauer geschildert werden soll, als ein grossartiger Sattelgang aufgefasst werden [1]).

[1]) J. B. Jaquet. *Geology of the Brokenhill Lode etc.* Sydney 1894. — R. Beck. *Beiträge zur Kenntniss von Brokenhill.* Z. f. pr. G. 1899, S. 65.

In sehr kleinem Massstabe kommen Quarzausscheidungen in durch starke Faltung aufgeblätterten Thonschiefern, Phylliten und Glimmerschiefern überhaupt nicht selten vor und enthalten zuweilen Gold.

Ganz allgemein für Lagergänge gilt die Erfahrung, dass sie mehr in plattigen oder schieferigen Gesteinen mit sehr deutlichen Schichtfugen zu finden sind, während sie in grobbankigen und spröderen Gesteinen zu fehlen pflegen.

Scheinbare Lagergänge werden dort vorgetäuscht, wo an Quergängen, die Verwerfer bilden, wie es weiter unten abgebildet ist, eine derartige Umbiegung der Schichten des Nebengesteins sich vollzogen hat, dass unmittelbar am Salband zwischen der Gangmasse und der Schichtung Parallelität herrscht.

Unter „gash-veins" (gash = Narbe) versteht der amerikanische und englische Bergmann durch die auflösende Thätigkeit von Wasser oder wässerigen Lösungen erweiterte Schichtfugen und Querrisse, die mit Bleiganz, Zinkblende und anderen Erzen ausgefüllt worden sind. Das Bezeichnende für diese Art Gänge ist ihre ganz kurze Erstreckung im Streichen und Fallen und ihr Gebundensein an gewisse kalkige Gesteinsbänke, während sie in zwischengeschalteten Schiefern fehlen. Die Fig. 70 nach Whitney illustrirt ihr besonders im Kohlenkalk des südwestlichen Missouris recht verbreitetes Vorkommen. Man könnte sie vielleicht im Deutschen passend als Auslaugungstrümer, d. h. mit Erz gefüllte Auslaugungsspältchen bezeichnen. Sie gehören jedenfalls mehr zur Gruppe der unregelmässigen Höhlenfüllungen, als zu den eigentlichen Gängen.

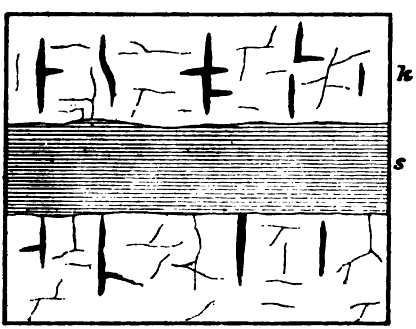


Fig. 70. *Auslaugungstrümer (gash-veins)* nach Whitney.
k Kalkstein mit Bleiglanztrümern, *s* Schiefer.

Dieselbe Stellung nehmen auch die „pipe-veins" oder Röhrengänge ein, mit welchem Ausdruck man ursprünglich in Staffordshire und Derbyshire gewisse, die Schichtung des Kalksteines schräg durchschneidende Erzschläuche im Gegensatz zu den der Bankung parallelen Höhlenfüllungen, den „flats", bezeichnete. Eine ausgedehntere Anwendung dieser Benennung halten wir mit R. W. Raymond[1]) für unzweckmässig.

Zuweilen entstehen schlauchartige Gebilde durch Streckung und Auswalzung ursprünglicher Zwischenschichten. So sind die Erzschläuche von Raposos in Brasilien keine eigentlichen Gänge, sondern mit goldhaltigem Pyrit und Arsenkies imprägnirte Quarzitstengel[2]).

---

[1]) R. W. Raymond. *What is a pipe-vein?* Transact. Amer. Inst. Min. Eng., Vol. VI, 1879, p. 393.

[2]) G. Berg. *Goldlagerstätten von Raposos.* Z. f. pr. G. 1902, S. 81.

„Chambered veins“ d. i. gekammerte Gänge oder **Kammergänge** nannte G. F. Becker einen neuen Gangtypus, der häufig bei den Californischen Quecksilberlagerstätten vorkommt. Die seinem Werke über diese entnommene Fig. 71 erklärt besser, als Worte, den Unterschied zwischen einem gewöhnlichen Erzgang und einem solchen Kammergang. Demnach sind die letzteren Gänge im Zusammenhang mit sehr unregelmässigen, mächtigen, stockartigen Erzkörpern, die von der eigentlichen Gangfläche aus in ein nicht lösliches Nebengestein hinein sich ausdehnen. Der genannte Autor erklärt ihre Entstehung durch die Annahme einer Ungleichheit in den Cohäsionsverhältnissen des Nebengesteins und durch Torsionsvorgänge, wodurch gewisse Partien der Wandung der ursprünglich normalen Kluft eine starke Zersplitterung und völligen Zerfall erlitten hätten. Mit ähnlich an Gangspalten ansitzenden Dissolutionsräumen in Kalksteinen darf man die Kammergänge nicht verwechseln.

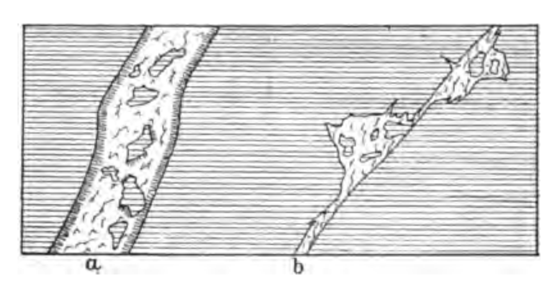


Fig. 71.
Gewöhnlicher Erzgang (a) und Kammergang (b)
nach G. F. Becker.

Contactgänge sind solche Gänge, die in der Hauptsache auf der Grenze zwischen einem geschichteten und einem Eruptivgestein aufsetzen. Als Erklärung ihrer Entstehung kann schon hier vorausgenommen werden, dass unterirdisch sich bewegende Wasser, die vorzugsweise Schichtfugen und ältere Querspalten als Wege benutzt haben, an zwischengeschalteten Eruptivmassen, weil diese minder leicht durchdringlich sind, aufgehalten werden und nun auf der Contactgrenze als einer Fläche grösserer Durchdringbarkeit seitlich sich ausbreiten und gelöste Substanzen absetzen können. Auch mögen sich wohl in manchen Fällen bei der Erkaltung der Eruptivmassen an der Gebirgsscheide Schwundrisse gebildet haben, die von Erzen später ausgefüllt werden konnten.

Ein typisches Beispiel für solche Contactgänge ist das von H. Credner[1]) geschilderte Vorkommniss von Haile Goldmine in Süd-Carolina, das durch Fig. 72 illustrirt wird.

---

[1]) H. Credner in Z. f. d. ges. Naturw. 1870, Bd. 35, S. 20.

Gut entwickelte Contactgänge (mit Kupfererzen und Quarz) begleiten nach J. H. L. Vogt[1]) Granitgänge, welche auf der Moberg Grube in Thelemarken Quarzitschiefer durchsetzen.

Schöne Beispiele hat W. Lindgren[2]) aus dem Idaho Gebiet bekannt gemacht, wo goldführende Quarzgänge mitunter das Hangende oder Liegende von Porphyr- oder Lamprophyrgängen bilden.

In manchen Fällen sind Verwerfungen die Ursache der Herausbildung von Contactgängen. Hierher gehört der bereits von Charpentier[3]) beschriebene und vielfach als typisches Beispiel angeführte Contactgang der Grube Johannes am Rothen Berge bei Crandorf unweit Schwarzenberg. Als ein 2—17 m mächtiger Rotheisenerzgang wurde er einst bis zu 200 m Saigerteufe abgebaut, wobei sich zeigte, dass er zwar über Tage auf der Grenzscheide zwischen Granit und Glimmerschiefer sich hält, in der Tiefe aber in ersteren hineinsetzt. Für seine Entstehung in Folge allgemein tectonischer Ursachen spricht seine grosse streichende Länge. Er ist auf 7 km Entfernung nach N. hin bis Lauter verfolgt worden und durchschneidet auf seiner Linie mehrfach auch Gneiss und Glimmerschiefer.

Auf einer Verwerfungsspalte hat sich auch der bekannte Contactgang der alten Grube Haus Baden bei Badenweiler gebildet. Er scheidet Granit und Buntsandstein und führt Schwerspath, Flussspath, Quarz, Bleiglanz, Kupferkies und Kupferglanz (G. Leonhard). Hier ist der Buntsandstein, also das geschichtete Gebirgsglied, jünger als wie das Eruptivgestein. Eine besser abgegrenzte Gruppe erhält man jedenfalls, wenn man unter Contactgängen nur solche versteht, die mit einem wirklichen Eruptivcontact zusammenfallen.

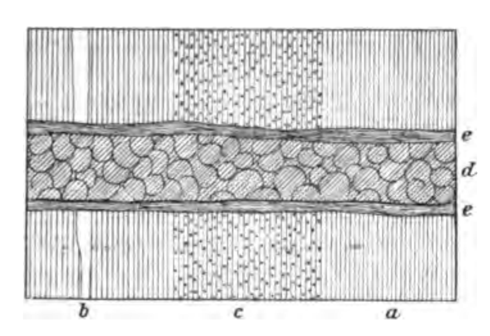


Fig. 72. *Contactgänge der Haile Goldmine* nach H. Credner.

a Quarzschiefer, *b* Quarz, *c* Quarzschiefer mit goldhaltigem Schwefelkies, *d* Dioritgang, *e* Brauneisensteincontactgänge.

f) Räumliche Verhältnisse mehrerer Gänge untereinander.

Eine Gruppe von Gängen mit annähernd gleichem Streichen heisst man Parallelgänge, wie z. B. die Goldquarzgänge der Sierra Nevada in Californien, die der Längsachse des Gebirges parallel verlaufen, die 15 Bleierzgänge von Svenningdal in Norwegen, die senkrecht zum Streichen der Schichten gestellt sind.

---

[1]) J. H. L. Vogt. *Zur Classification der Erzvorkommen.* Z. f. pr. G. 1895, S. 149.

[2]) W. Lindgren. *The Mining Districts of the Idaho Basin.* Washington. 1898, S. 701.

[3]) Charpentier. *Mineralogische Geographie von Sachsen.* 1778. S. 248.

Strahlengänge hat man Bündel von Gängen genannt, die annähernd von einem Punkte ausgehen und untereinander divergiren. Die Anordnung der Gänge des Oberharzes würde hier als Beispiel anzuziehen sein. (Siehe die Kartenskizze weiter unten.) Typische Strahlengänge sind auch die Silberzinnerzgänge des Cerro de Potosi in Bolivien.

Systeme von parallelen Gängen werden als **Gangzüge** bezeichnet.

Für Sachsen hat namentlich v. Beust[1]) die Orientirung der Gangzüge zum Gegenstand eingehender Studien gemacht. Auf den geologischen Spezialkarten des Königreiches sind sie überall von H. Müller übersichtlich eingetragen.

Wie auf der diesem Buche beigegebenen Gangkarte zu erkennen ist, kann man bei Freiberg zwei Hauptrichtungen im Streichen der Gänge unterscheiden: 1. Einen in der Hauptsache nach hor 3 oder NNO. gerichteten, mit Berücksichtigung einiger Abweichungen zwischen NS. und NO. streichenden Gangzug, der zwar nicht völlig mit dem Hauptstreichen des Erzgebirges nach NO. zusammenfällt, ihm aber doch wenigstens sehr nahe kommt und darum erzgebirgischer Gangzug genannt worden ist; 2. einen in der Hauptsache nach hor 9, genauer zwischen NW. und WNW. streichenden Gangzug, den man den hercynischen genannt hat, weil er die Hauptstreichrichtung des Harzes innehält. Der erstere umfasst vorzüglich Stehende, zum Theil auch noch Flache und Morgengänge, der zweite Spat-Gänge und z. Th. auch noch Flache Gänge. Es zeigt sich nun bei näherer Betrachtung einer speciellen Gangkarte, dass die in Sachsen unterschiedenen, einzelnen Gangformationen (siehe später) bis zu einem gewissen Grade eine dieser Richtungen bevorzugen. Die bei Freiberg selbst entschieden dominirende kiesig-blendige Bleierzformation, sowie auch die abseits der Stadt, bei Bräunsdorf und Gross-Voigtsberg entwickelte Edle Quarzformation streicht nach der erzgebirgischen Richtung, die barytische Bleiformation und viele taube Gänge bevorzugen die hercynische Richtung, während die Edle oder braunspäthige Bleiformation in beiden Gangzügen zahlreiche Vertreter hat, besonders in den Revieren Bescheert Glück und Himmelsfürst bei Brand.

Der hercynischen Richtung folgt auch die Mehrzahl der obererzgebirgischen Eisenerz- und Kobaltgänge, so namentlich im Schwarzenberger und Schneeberger Revier. Die Bildung aller dieser gesetzmässig verlaufenden Parallelspalten steht sichtlich im Zusammenhang mit dem permischen und spätcarbonischen Hauptakt der Aufrichtung und Faltung des Erzgebirges. Hatten doch auch die postcretaceïschen Aeusserungen der gebirgsbildenden Kräfte die Entstehung ganz ähnlicher Spaltensysteme im Gefolge, wie man es in der sog. Sächsischen Schweiz an den beiden Richtungen der dort so zahlreich entwickelten erzleeren Klüfte ausgesprochen sieht, die im allgemeinen ähnlich orientirte Züge darstellen. Und so ist es auch in vielen anderen Bergrevieren. Die genaue Aufzeichnung des in einer Gegend herrschenden Gangstreichens kann so zu wichtigen Schlüssen auf den allgemeinen Gebirgsbau benutzt werden und umgekehrt. Bei dem als Beispiel benutzten Freiberger

---

[1]) F. C. v. Beust. *Gangkarte über den inneren Theil des Freiberger Bergrevieres nebst Erläuterungen.* Leipzig 1842. — Derselbe. *Ueber die Erzgangzüge im sächsischen Erzgebirge in ihrer Beziehung zu den dasigen Porphyrzügen.* Freiberg. 1856.

Reviere sind ausser diesen allgemeinen offenbar noch locale tectonische Vorgänge bei der Herausbildung des Gangnetzes wirksam gewesen. Wichtig ist namentlich die Thatsache, dass die Gneisse des Freiberger Reviers eine Kuppel bilden, deren Scheitelregion von den Gangzügen durchzogen wird.

Streichen in einem Gebiete die Gänge ganz regellos nach allen möglichen Richtungen, so spricht man von Netzgängen. Als solche lassen sich zum Beispiel die zahllosen Zinnsteingänge und Zwitterbänder auffassen, die den Granit von Altenberg im Erzgebirge durchschwärmen, auch in sein Nebengestein übersetzen und in ihrer Gesammtheit das „Altenberger Stockwerk" bilden. Diese Bezeichnung wird auch für mehrere andere Oertlichkeiten im Erzgebirge und in Cornwall angewandt, wo ein Gewirr von schmalen Zinnerzklüften einen Gesteinskörper so allseitig durchzogen und zugleich mit Zinnerz so reichlich angeschwängert hat, dass grosse Gebirgsmassen als Erz gewonnen, und mächtige, etagenartig gegliederte Weitungsbaue geschaffen werden konnten. Es sei z. B. auch an das Stockwerk von Geyer erinnert, dessen Baue, wie die des Altenberger Zwitterstocks, unter Bildung einer grossartigen Pinge zu Bruche gegangen sind.

Stockwerksartige Gangschwärme trifft man auch im Siebenbürgischen Golderzdistricte an, wie z. B. bei Offenbanya, wo eine Trachytbreccie im Kreisova Stock von zahllosen gold- und silberhaltigen Erztrümern durchschwärmt wird.

g) Räumliche Verhältnisse zweier Gänge zu einander.

Reisst eine Gangspalte noch einmal auf, nachdem sie vollständig gefüllt war, und nimmt die gewöhnlich an dem einen Salband manchmal auch in der Mittellinie des Ganges neu entstandene Kluft jetzt wiederum Absätze auf aus vielleicht stark von den früheren abweichenden Lösungen, so entstehen Doppelgänge, die aus recht verschieden beschaffenen Trümern zusammengesetzt sein können. So bestehen mehrere Gänge der Grube Himmelsfürst bei Brand im Erzgebirge aus einem weichen Trum, das der Edlen Blei- oder Braunspathformation zugehört, und einem harten Trum, das der kiesig-blendigen Bleierzformation zuzurechnen ist. Aehnliches beobachtet man am Christian Stehenden auf Himmelfahrt bei Freiberg. Ein besonders lehrreiches Beispiel eines Doppelganges ist der berühmte Halsbrücker Spat bei Freiberg. Er besteht aus einem weichen Trum, bei dem dünnlagenförmig ausgebildeter Schwerspath unter den Gangarten vorwaltet und ein silberarmer Bleiglanz unter den Erzen, sowie aus einem harten

Trum mit vorherrschendem, hornsteinartigem Quarz, silberreicherem Bleiglanz und edlen Silbererzen. Diese beiden Haupttrümer gehen nach NW. zu im Grubenfelde von Churprinz Friedrich August Erbstollen bei Gross-Schirma auseinander und werden dort als gesonderte Gänge abgebaut, und zwar das weiche Trum unter dem Namen Drei Prinzen Spat, das harte unter der Bezeichnung Ludwig Spat (H. Müller).

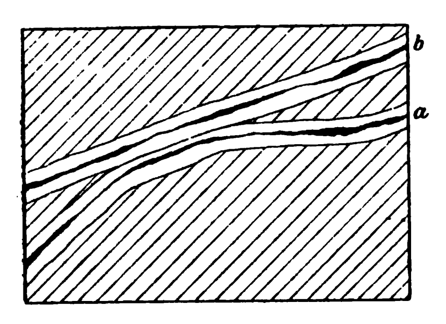
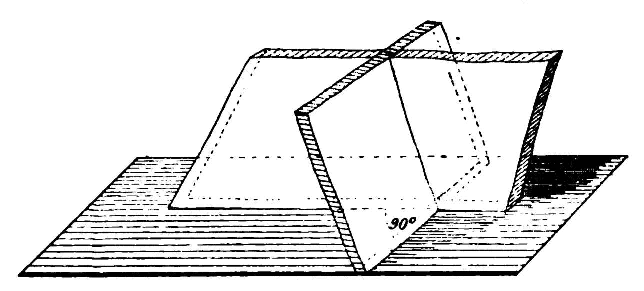


Fig. 73. *Ein Gang a schleppt sich an dem Gange b.*

Halten sich zwei annähernd parallele Gänge im allgemeinen von einander getrennt und legen sich nur streckenweise zu einem Doppelgange an einander, so sagt man, der eine Gang (*a*) schleppt sich an den anderen (*b*) (Fig. 73). Bleiben sie nach ihrem Zusammentreffen dauernd in Verbindung, so „haben sie sich geschaart".



Nr. 74. *Ein Winkelkreuz.*

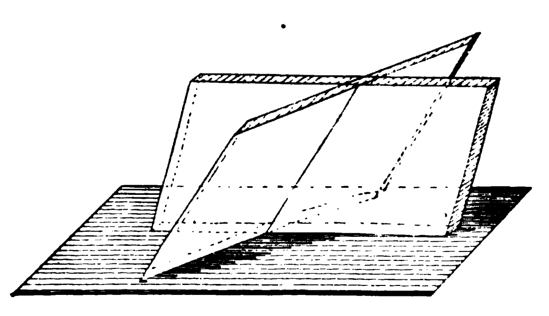


Fig. 75. *Ein Schaarkreuz.*

Durchschneiden sich zwei Gänge in ihrem Verlauf, sei es im Streichen oder Fallen, so entsteht ein Gangkreuz. Man pflegt die Kreuze weiterhin zu gliedern in:

1. Winkelkreuze (Fig. 74), wenn das Streichen beider Gänge rechtwinklig zu einander steht.

2. Schaarkreuz (Fig. 75), wenn das beiderseitige Streichen einen spitzen Winkel einschliesst.

3. Durchfallungskreuz (Fig. 76), wenn die Gänge zwar paralleles Streichen haben, aber im Fallen sich durchschneiden.

Da der Gang, welcher einen anderen durchsetzt, immer der jüngere sein muss, bietet das Verhalten zweier Gänge ein Mittel zu

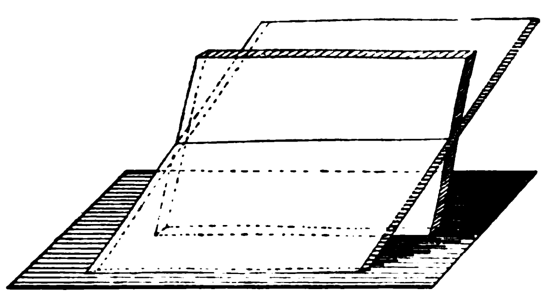


Fig. 76. *Ein Durchfallungskreuz.*

ihrer relativen Altersbestimmung. Hierzu ist allerdings erforderlich, dass die Ausfüllungsmasse der beiden Gänge eine verschiedene ist) oder dass wenigstens die des einen von ihnen eine Sonderung in einzelne Lagen oder Krusten erkennen lässt. Man sieht alsdann, wie die Lagen des einen durch die Masse des anderen hindurchziehen. Fig. 77 zeigt ein solches einfaches Gangkreuz nach G. A. v. Weissenbach zwischen dem älteren Trum *(a)* des Segen Gottes Stehenden auf der Grube Simon Bogners Neuwerk mit einem jüngeren Schwerspathtrum *(b)*.



Fig. 77. *Ansicht des Segen Gottes St. auf Simon Bogners Fdgr. bei Freiberg* nach von Weissenbach.

a Segen Gottes St., *b* jüngeres Schwerspathtrum.

Sehr selten sind die Fälle, in denen zwei sich kreuzende Spaltenräume gleichzeitig eine Füllung erhalten haben. Besitzen beide eine Lagen- oder Krustenstructur, so sieht man dann die Lagen des einen Kluftraumes ganz ungestört mit denen des anderen sich vereinen. Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel ist das in Fig. 78 (S. 144) abgebildete, welches K. A. Kühn[1]) uns überliefert hat. Es stellt ein Kreuz zwischen dem Karl Morgengang und dem Ludwig Stehenden auf der jetzt auflässigen

[1]) K. A. Kühn. *Handbuch der Geognosie.* Freiberg 1836. Bd. II. S. 604.

Habacht Fundgrube bei Freiberg (Bescheert Glück) dar. „Beide **Gänge**, von 10—15 cm mittlerer Mächtigkeit, gehen derart ineinander **über**, dass das äusserste Gangglied Quarz *(q)*, ebenso das zweite **Rosenspath** *(r)* ohne Unterbrechung aus dem einen in den anderen **hinüberzieht**, während das dritte, ein Gemenge von Rosenspath, silberreicher **schwarzer** Zinkblende und silberreichem Bleiglanz *(b)*, innerhalb des von **beiden** Gängen gebildeten Raumes eine drusenartige, 18—23 cm lange **Höhlung** umschliesst". In dieser Druse sitzen Quarzkrystalle auf.

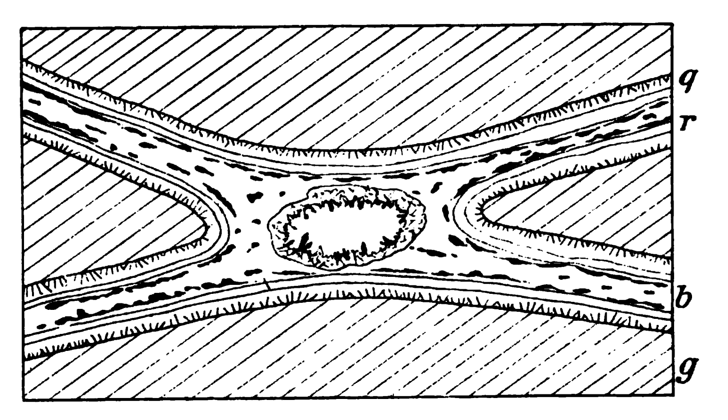


Fig. 78. *Gangkreuz mit gleichzeitiger Füllung* nach K. A. Kühn.

g grauer Gneiss, *q* Quarz, *r* Rosenspath, *b* Rosenspath mit Zinkblende und Bleiglanz. In der Mitte Quarzdruse.

In ähnlicher Weise berichtet K. Dalmer[1]) von den Kreuzen der steilen mit den schwebenden Zinnerzgängen von Zinnwald im Erzgebirge. Auch hier findet keine gegenseitige Durchsetzung der Gänge statt, sondern eine Verschmelzung ihrer Ausfüllungen, sowie auch der beiderseitigen Greisenzonen.

Unter Ablenkung oder Auslenkung eines Ganges wird eine besondere Art des Durchsetzens durch einen anderen bezeichnet, wobei der erstere beim Herantreten an den durchsetzten mit diesem erst eine Strecke weit sich schleppt und ihn dann erst durchbricht (Fig. 79 und 80, S. 145). Die Erscheinung kann sich auch in der Weise vollziehen, dass der heransetzende Gang sich zertrümert, nur einzelne Trümer durch den anderen sich hindurchziehen, und jenseits erst allmählich aus diesen der Gang wieder zur alten Mächtigkeit heranwächst. Diese

[1]) K. Dalmer. *Erläut. z. S. Altenberg-Zinnwald.* S. 86.

Zertrümerung findet wohl auch nur an einer Seite statt, auf der anderen aber zeigt sich der Gang zunächst nur als ein einziges, schwaches Trum,

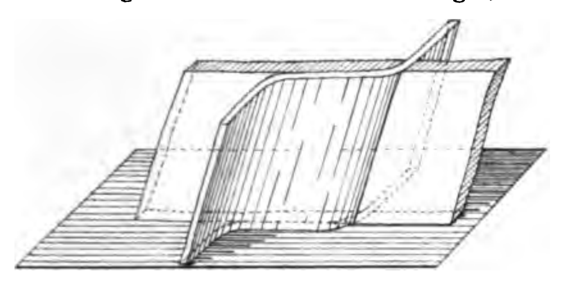


Fig. 79.
Auslenkung eines Ganges beim Durchsetzen durch einen anderen.

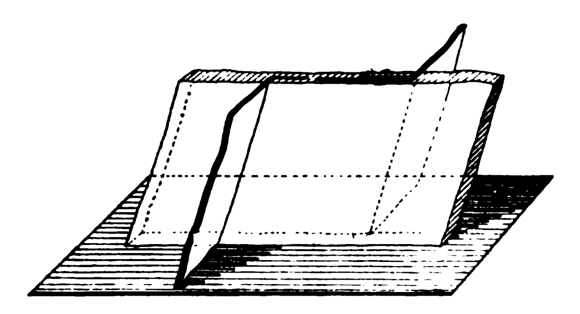


Fig. 80. *Auslenkung unter Zertrümerung.*

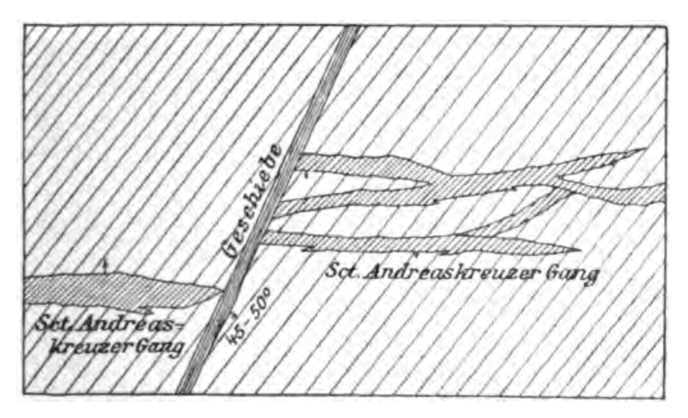


Fig. 81. *Auslenkung eines Andreasberger Ganges an einem älteren unter Zertrümerung auf nur einer Seite* nach Zimmermann.

wie in dem in Fig. 81 dargestellten Beispiel von Andreasberg nach Zimmermann. Die Auslenkung erfolgt hier nicht an einem Erzgang,

sondern an einem sog. Geschiebe, einer mit zerdrücktem Nebengestein erfüllten, von vielen Gleitflächen durchzogenen Kluft.

Zuweilen findet ein Gang bei seinem Herantreten an einen anderen unter starker Zertrümerung überhaupt seine Endschaft, wie das auf Fig. 82 dargestellte von G. A. v. Weissenbach überlieferte Beispiel beweist. Hier setzt der Frisch Glück Stehende auf der Grube Alte Hoffnung Gottes bei Kleinvoigtsberg am Peter Stehenden ab.

Die Ursachen der Ablenkung jüngerer Gänge an älteren schon vor der Erreichung des eigentlichen älteren Gangkörpers sind in dem Vorhandensein von zahlreichen, der älteren Gangspalte annähernd parallelen, dicht hintereinander folgenden, vielleicht kaum wahrnehmbaren Gleitflächen zu suchen. An diesen und an der Hauptspalte selbst haben die zur Aufspaltung der jüngeren Gangkluft drängenden Spannungsverhältnisse eine Auslösung oder völlige Richtungsveränderung erleiden müssen. Die Richtung des geringsten Widerstandes im Gestein zeichnet der Spalte den Weg vor.

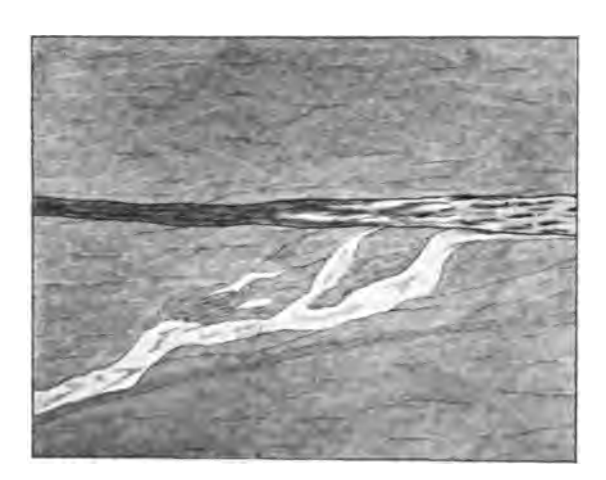


Fig. 82. *Vollständige Zertrümerung des Frischglück St. beim Herantreten an den Peter St. auf Alte Hoffnung Gottes* nach von Weissenbach.
(Im Grundriss.)

Häufiger noch als an anderen Gängen werden Erzgänge an sogenannten Ruscheln abgelenkt. Darunter versteht man zunächst im Harz Systeme paralleler, enge einander benachbarter Ueberschiebungsklüfte, die mit völlig zerdrücktem und ausgewalztem Nebengestein, sog. „Gangthonschiefer“, seltener auch mit festen Fragmenten von Grauwacke erfüllt sind. Mitunter haben bergmännische Aufschlüsse die Structur solcher Ruscheln blossgelegt. Als man z. B. die Faule Ruschel bei Clausthal mit einem Querschlag vom Kaiser Wilhelm Schacht II aus durchfuhr, zeigten sich innerhalb derselben sehr deutlich zahllose Falten und Fältchen und viele Ueberschiebungsklüfte [1]). Aehnlich beschaffen ist

[1]) G. Köhler. *Beitr. z. K. d. Erdbewegungen und Störungen der Lagerstätten.* B.- u. H.-Z. 1897, S. 217.

die „Lettenkluft" bei Přibram, ebenfalls eine Ueberschiebungszone, an der viele Gänge abgelenkt werden, und der „Bär Flache" auf der Grube Himmelsfürst bei Brand, ein stark verruschelter, tauber Gang, an dem zahlreiche dortige Gänge ihre Endschaft nehmen.

Ausserordentlich häufig beobachtet man die Erscheinung der Auslenkung übrigens auch an Eruptivgängen. Fig. 83 giebt als ein Beispiel den Grundriss eines Porphyritganges im Quarzitschiefer am Dövigfoss bei Aamot in Norwegen. Der Gang wird an schmalen Quarztrümern mehrfach abgelenkt. Auch der Verlauf des Salbandes des grösseren Ganges, von dem er ein Seitentrum darstellt, wird von diesen Quarztrümchen sichtlich vorgezeichnet.

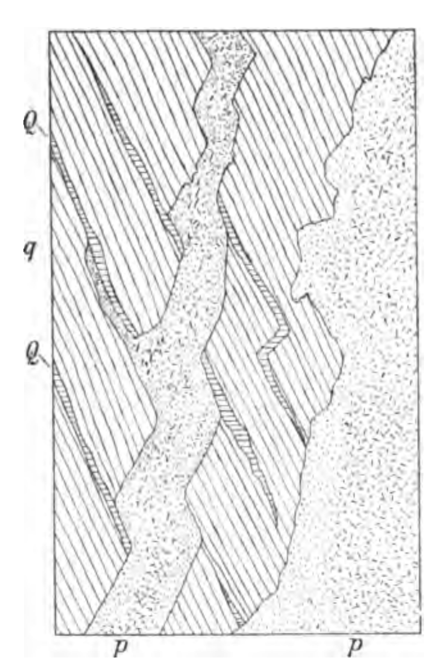


Fig. 83.
Gang von Augitporphyrit im Quarzschiefer am Dövigfoss (Grundriss 1 : 15).
q Quarzitschiefer, Q Quarztrümer, p Augitporphyrit am Salband feinkrystallin.

Die Ablenkungserscheinungen führen zwanglos hinüber zu den Verwerfungen, denen am passendsten hier bei der Schilderung der Verhältnisse der Gänge ein Abschnitt gewidmet wird, zumal da viele Gangspalten selbst als Verwerfer sich erweisen, und darum die Eigenschaften der Verwerfungsspalten auch an vielen Erzgängen zu finden sind.

h) Verwerfungen im Allgemeinen.

Litteratur.

Eine sehr vollständige Zusammenstellung der Litteratur über die Erscheinungsweise der Verwerfungen findet man bei F. T. Freeland. Fault-Rules. Trans. Amer. Inst. Min. Eng. XXI. f. 1892. p. 491. Wir führen nur einige wichtigere Publicationen an:

J. C. L. Schmidt. *Theorie der Verschiebung älterer Gänge.* Frankfurt 1810.
C. Zimmermann. *Die Wiederausrichtung verworfener Gänge etc.* Leipzig 1828.
R. von Carnall. *Die Sprünge im Steinkohlengebirge.* Karsten's Archiv n. F. 1832, IX.

H. Höfer. *Die Ausrichtung von Verwerfungen.* Oest. Z. f. B. u. H., XXIX, 1881 und XXXIV, 1886.
G. Köhler. *Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager.* Leipzig 1886.
E. de Margerie und A. Heim. *Die Dislocationen der Erdrinde.* Zürich 1888.

Unter Verwerfungen versteht man Veränderungen in der Lage einer Gesteinsscholle gegen eine andere längs einer beide von einander trennenden Fläche. Sie zerfallen zunächst in zwei Hauptgruppen: I. Aus Verticalbewegungen hervorgegangene Verwerfungen. II. Aus Horizontalbewegungen hervorgegangene Verwerfungen. Die zweite Hauptgruppe ist die minder häufige und wichtige. Combinationen der beiden Bewegungsarten und darum auch Fälle, die sich nicht glatt in das System einreihen lassen, sind möglich.

α) Aus Verticalbewegungen hervorgegangene Verwerfungen.

Diese Bezeichnung ist so zu verstehen, dass die Ortsveränderung an einer Verticallinie zum Austrag kommt. Die Bewegung selbst kann

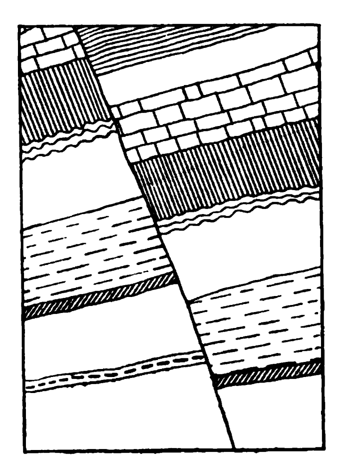


Fig. 84.
Reine Verwerfung (Profil).

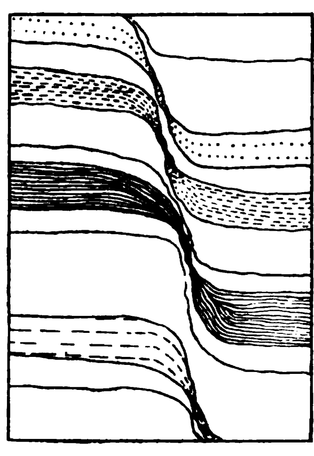


Fig. 85.
Flexur (Profil).

und wird meist nicht genau senkrecht, sondern schräg erfolgt sein. Diese Art von Verwerfungen zerfallen wieder in zwei Abtheilungen: A. Reine Verwerfungen. B. Flexuren. Erstere entstehen durch einen Bruch eines Gesteinskörpers, begleitet durch eine relative Verstellung der beiden Theile, (Fig. 84), letztere durch blosse Abbiegung eines Theiles einer Platte oder Tafel (Fig. 85) (M. u. H.). Erreicht die Abbiegung bei einer Flexur einen so hohen Grad, dass der

stark gestreckte Verbindungsschenkel durchreisst und der Zusammenhang zwischen den beiden Theilen der Tafel vollständig unterbrochen wird, so wird die Flexur zu einer reinen Verwerfung mit beiderseitiger Schleppung (Umbiegung) der Schichtenränder (Fig. 86).

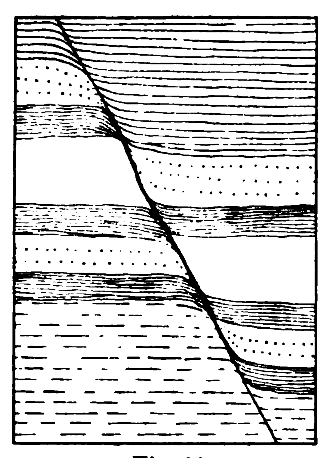


Fig. 86.
Zur Verwerfung gewordene Flexur (Profil).

1. Reine Verwerfungen.

I. *Allgemeine Eigenschaften der reinen Verwerfungen.*

Es müssen hier einige Bezeichnungen vorausgeschickt werden, die sich allgemein eingebürgert haben. Die Grösse der Verschiebung zweier Gangstücke oder Flötzflügel wird als Sprunghöhe bezeichnet, und zwar f gemessen auf der Verwerfungsfläche oder Sprungkluft selbst als flache Sprunghöhe (Fig. 87) und s gemessen als vertikaler Abstand der beiden verworfenen Gebirgsstücke als saigere Sprunghöhe. Endlich wird bisweilen auch noch die Grösse w als Sprungweite berücksichtigt werden müssen.

Die Projection der Verwerfungsfläche auf die Horizontalebene stellt meist eine gerade Linie dar (Fig. 88), zuweilen hat sie auch

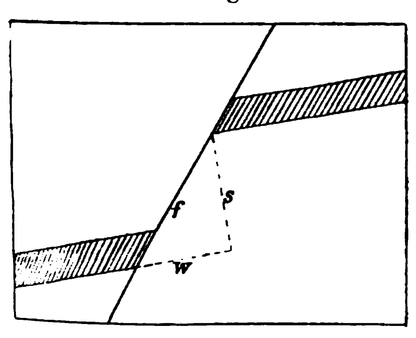


Fig. 87.
Eine Verwerfung im Profil.
f flache Sprunghöhe, *s* saigere Sprunghöhe, *w* Sprungweite.

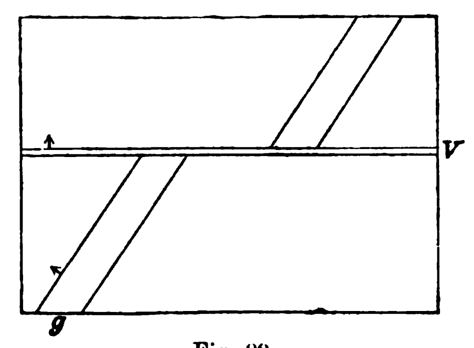


Fig. 88.
Eine Verwerfung im Grundriss.
g verworfener Gang mit Einfallen nach NW.
v Verwerfungskluft mit Einfallen nach N.

Biegungen aufzuweisen, wobei aber immer noch ein Hauptstreichen zu erkennen sein wird. Sogar geschlossene Curven sind als Seltenheit beobachtet worden (M. u. H.).

II. Die Ausfüllung der Verwerfungsspalten.

Die Verwerfungsfläche ist nur selten eine klaffende Spalte, vielmehr gewöhnlich gefüllt entweder durch mehr oder weniger zerstückelte und zerriebene Bruchstücke des beiderseitigen Gesteins oder durch später zugeführte mineralische Absätze, worunter auch Erze sich befinden können. Sehr häufig ist beides Material zugleich vorhanden, und ganz besonders häufig trifft dies für Verwerfer zu, die zugleich Erzgänge sind.

Schildern wir zuerst die mechanischen Ausfüllungen etwas näher, die also in gleicher Weise bei tauben, wie erzführenden Spalten eine Rolle spielen können. Sie können bestehen aus unregelmässigen, meist eckigen, zuweilen auch kantenbestossenen oder sogar stark gerundeten Gesteinsschollen und Scherben, die durch ein festgepresstes Bindemittel von fein zerriebenen Theilen zusammengehalten, wohl auch durch ein mineralisches Cement verkittet sein können. Die Mächtigkeit solcher Reibungsbreccien, wie derartige Gebilde genannt werden, ist mitunter eine ganz bedeutende. Bei der grossen Verwerfung Feldbiss im Aachener Steinkohlengebiet erreicht sie 12 m. Die Freiberger Erzgänge erscheinen sehr häufig als Gneissbreccien, zwischen denen nur einzelne Erztrümer hindurchlaufen. Namentlich bei zusammengesetzten Gängen bilden sich diese Structuren oft heraus. Die einzelnen stark kantengerundeten Gneissschollen haben bei Freiberg zwischen sich einen stark zersetzten Gneissgrus, oder es sind, wie später gezeigt wird, alle Zwischenräume durch Erz ausgefüllt. Oft stellen die Bruchstücke flache Schalen dar, die parallel zu der Gangspalte eingestellt sind. Lassen diese überhaupt noch die Schichtung des Gneisses erkennen, so bemerkt man dann gewöhnlich, dass deren Richtung bei den einzelnen Schollen unter sich und bei dem festen Nebengestein nicht völlig übereinstimmt. Aehnliches hat schon G. A. v. Weissenbach bei dem im veränderten Schiefer aufsetzenden Mächtigen Gange der Grube Gnade Gottes und Neujahrs Maassen zu Johanngeorgenstadt beschrieben und abgebildet (Fig. 89, S. 151). Der Schiefer scheint, wie er treffend schildert, „von der Seite her gestaucht oder etwas übereinander verschoben, ungefähr wie man häufig die Holzfasern der Stempel in den Gruben, in einer rechtwinklig auf der Stempelachse stehenden Ebene, vom Drucke des auf den Stempel wirkenden Hangenden gestaucht sieht."

Manchmal liegen einzelne vollständig gerundete Bruchstücke des Nebengesteins in einer fein zerriebenen Masse und haben durch eine Bewegung innerhalb derselben bei der Berührung mit härteren

Körnchen oder spitzen Vorsprüngen der Kluftwände Kritzen und Schrammen erhalten, die völlig denen der Scheuersteine in Grundmoränen von Gletschern gleichen. Besonders schön kommen solche

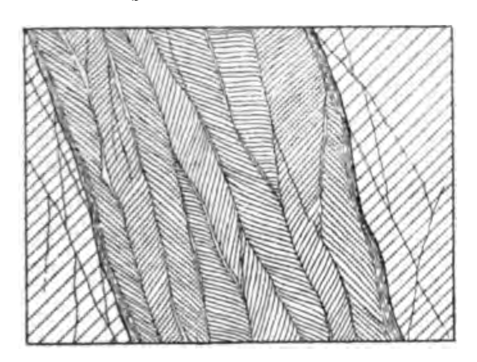


Fig. 89.
Profil eines Erzganges bei Johanngeorgenstadt
nach von Weissenbach.
Zeigt der Gangfläche parallele flache Schieferschollen mit ungleich gestellten Schieferungsebenen.

auf manchen Gängen der Grube Himmelsfürst bei Brand vor. Auf dem Bär Flachen fanden sich deutlich gekritzte Exemplare, die aus Nebengestein bestehen. Auf dem Daniel Flachen lagen inmitten einer lettigen



Fig. 90.
Ein Ganggeröll mit Kritzen vom Daniel Gang auf Himmelsfürst
(ein Theil ist abgeschlagen). [N. d. N. in ²/₃ Gr.]

Masse von 0,5—2 m Mächtigkeit solche Gerölle, die aus Fragmenten einer älteren Gangausfüllung von Erzen und Gangarten hervorgegangen waren [1]). Fig. 90 stellt ein solches mit deutlichen Frictionsstreifen dar.

[1]) E. W. Neubert im Freiberger Jahrb. auf 1881, S. 63.

Auf dem Neuglück Spat, 15. Gez.-Strecke, liegen sie theils im Ganglettten, theils in einem zerdrückten Gneissgrus, und zwar sowohl am Salband, als auch in der Gangmitte. Solche Ganggerölle können zu ganzen Gangconglomeraten zusammengehäuft sein. Sie sind dann zuweilen dicht aneinander gepackt, wie auf dem Peter Stehenden der Grube Christbescheerung unweit Freiberg. Manchmal beginnen sie sich wieder mit mineralischen Absätzen zu überkrusten, wie auf dem Eduard Spat von Himmelsfürst, wo auf den Glimmerschiefergeröllen schon einzelne Krystalle von Melanglanz sich angesiedelt haben. G. A. v. Weissenbach[1]) beschrieb solche Gangconglomerate unter der Bezeichnung „Kugelgestein" und verglich treffend den Vorgang ihrer Entstehung

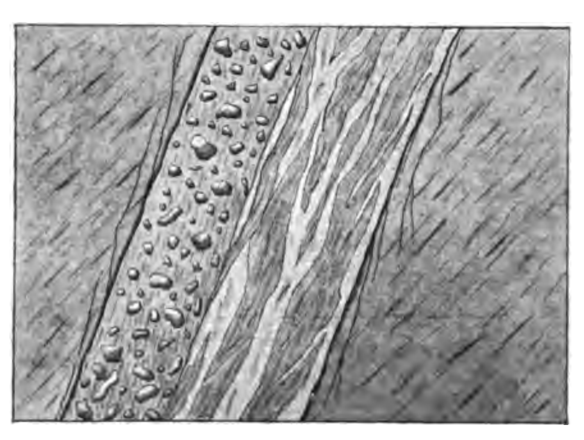


Fig. 91.
Ein Kugelgang am hangenden Salband des Neu Unverhofft Glück-Erzganges bei Annaberg.

durch reibende Bewegungen zwischen den Kluftwänden mit dem Verfahren in den Schussermühlen. Nach ihm kommen sie ziemlich gewöhnlich bei Altenberg im Erzgebirge auf den im Quarzporphyr aufsetzenden Zinnerzgängen vor. Sie bestehen dort aus festen Kugeln dieses Porphyrs in einer aus ganz zersetztem und zerriebenem Porphyr hervorgegangenen, lettigen Masse. Die Freiberger Sammlung besitzt gute Belegstücke von dort, und zwar vom Schurfer Morgengang, vom Michaeliser Gang am Neufang und von dem Kugelfang. Aehnliche Gebilde kennt man auch vom Elias Gang im Daniel Stolln bei Joachimsthal und von Zinnerzgängen in Cornwall (Collins). Auch S. F. Emmons[2]) erwähnt sie, erklärt sie indessen wohl unzutreffend lediglich

---

[1]) G. A. von Weissenbach. *Abbildungen merkw. Gangverhältnisse.* 1836. S. 18.
[2]) S. F. Emmons. *Structural Relations of Ore Deposits.* 1888. S. 19.

durch Einwirkung des in der Spalte fliessenden Wassers auf vorher eckige Bruchstücke. Wir geben endlich in Fig. 91 eine Abbildung nach G. A. v. Weissenbach von einem solchen 10 cm mächtigen Kugelgang, der am hangenden Salband des Neu Unverhofft Glück Flachen am Luxbach bei Annaberg sich schleppt.

Nicht zu verwechseln sind diese Art Ganggerölle mit von oben her in offene Spalten hineingefallenen, wirklichen Geschieben aus auflagernden sedimentären Schichten, wofür später Beispiele gegeben werden sollen.

Es soll im Anschluss an die Ganggerölle noch des seltenen Vorkommens von cylindrisch abgedrehten Fragmenten in Verwerfungsspalten gedacht werden. Die Freiberger Sammlung besitzt ein baumastähnliches, armstarkes solches Stück von 15 cm Länge von hartem, sprödem Greisen von Altenberg, das abgesehen von seinen beiden rundlichen Querbrüchen vollständig bedeckt ist mit schräg herablaufenden Rutschstreifen. Diese rundum laufenden Gleitflächen sind (Fig. 92) sogar an einer Stelle involut, d. h. zwei folgen in geringem Abstand übereinander in der Weise, dass die Rutschflächen spitzwinklig sich schneiden. Solche Gebilde dürften entstehen, wenn ein längliches Gesteinsfragment zwischen den beiden Wänden der Verwerfungskluft parallel seiner Längsachse fortgeschleift wird, dabei aber noch eine Drehung um diese Achse vollführen kann.



Fig. 92.
Cylindrisch abgedrehtes Greisenfragment aus einer Verwerfungskluft bei Altenberg.
(N. d. N. in 1/2 Gr.)

Die schon etwas mehr zerkleinerten Füllmassen, die aus nur bis haselnussgrossen Stücken bestehen und meist in Folge hochgradiger Zersetzung ganz weiche Beschaffenheit angenommen haben, bezeichnet man als Ausschram. Noch feiner sind die einen lettigen Grus bildenden sogenannten Guhren und endlich die so verbreiteten Gangletten, die zugleich das höchste Stadium der stets mit der Zerkleinerung einhergehenden Zersetzung darstellen.

Diese Gangletten stellen weiche, breiartig flüssige oder zähplastische, oft mit grösseren Körnern gemischte Thone dar. Häufig sind sie schwärzlich gefärbt durch kohlige Bestandtheile. Bei dem schwärzlichen Gangletten von Verespatak und Maidanpeck, dem sog. „Glamm", soll die Färbung nach E. Tietze[1]) von Kupferoxyd herrühren. Die Ansicht von F. Pošepny[2]), dass der ungarische Glamm von über Tage her in die Spalten eingeschlämmt worden sei, scheint wenig wahrscheinlich. Auch hier liegen wohl lediglich Zerreibungs- und Zersetzungsproducte vor, die in der Gangspalte selbst entstanden oder, wie später ausgeführt werden wird, aus grösserer Tiefe hineingepresst worden sind.

Manchmal erhalten solche lettige Gangausfüllungen durch starken Druck eine deutliche Schieferung. Die Schieferungsflächen dieser schulpig zerfallenden Massen erscheinen dann häufig spiegelglatt, oder sie sind mit parallelen Frictionsstreifen bedeckt. Solche Gangthonschiefer hat A. v. Groddeck[3]) ausführlich von den Oberharzer Gängen beschrieben und dabei nachgewiesen, dass sie mechanisch veränderte Culmthonschiefer sind, daneben auch, besonders die bunten Varietäten, eine chemische Umwandlung erlitten haben, worüber weiter unten gesprochen werden wird. Sie kommen sehr gut entwickelt vor, z. B. im Bergwerk Wohlfahrt bei Clausthal, wo sie einem schwarzen Alaunschiefer gleichen, und auf dem Burgstädter Hauptzug.

Oft ist Ausschram und Letten auf eine schmale Zone am Salband beschränkt und heisst dann Besteg. Ein solcher Besteg ist gewöhnlich für den Bergbau willkommen, weil er die Hereingewinnung der eigentlichen Gangausfüllung sehr erleichtert, welche Arbeit schwerer hält, wenn der Gang durch krystalline Krusten „mit dem Nebengestein verwachsen" ist, wie der deutsche, „frozen hard to the country", wie der amerikanische Bergmann treffend sagt.

Oft erlangen diese Zerreibungsproducte auch die Bedeutung bauwürdiger Massen, indem sie mit fein eingesprengten Erzen, meist secundärer Entstehung, imprägnirt sind. Im Erzgebirge kennt man solche durch metallische Verbindungen gelblich, röthlich oder bräunlich gefärbte Letten oder Guhren als Gilben oder Bräunen. Bei Freiberg gewann man vormals beim Thurmhof St. Gilben mit 0,062 % Silbergehalt, beim Friedrich St. solche mit eingestreuten winzigen Silberdrähten und Glaserzkörnchen und mit 1,6—1,9 % Silbergehalt. Nament-

[1]) E. Tietze. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870, S. 321.

[2]) F. Pošepny. Ebenda 1867, S. 101 u. 1870, S. 273.

[3]) A. von Groddeck. Z. d. D. g. G. 1866, Bd. 18, S. 693 und 1869, Bd. 21, S. 499 und Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanstalt 1885, S. 1—52.

lich aber im ehemaligen Annaberger Revier zeichneten sie sich nach H. Müller[1]) durch einen oft beträchtlichen Silbergehalt aus, so dass sie auf Himmlisch Heer gewonnen wurden. Auch schwarze, bis 5% Silber enthaltende Letten hat man dort abgebaut, so auf Schwarzer Adler Fundgrube. Endlich sind die schönen Krystalle von Gediegen Gold hier zu erwähnen, die Rickard aus dem Letten der Gänge von Farncomb Hill im Summit County, Col. beschrieben hat.

Von der Schilderung der mechanischen Ausfüllungen der Verwerfungsspalten führen diese eben angeführten Imprägnationen hinüber zu den mineralischen Absätzen, durch welche die Verwerfungsspalten unter Umständen zu Erzgängen gestempelt werden können.

III. Erzgänge als Verwerfer.

Erzgänge als Verwerfer sind in der That eine nicht seltene Erscheinung. Im Freiberger Gebiet lassen sie sich nur ausnahmsweise

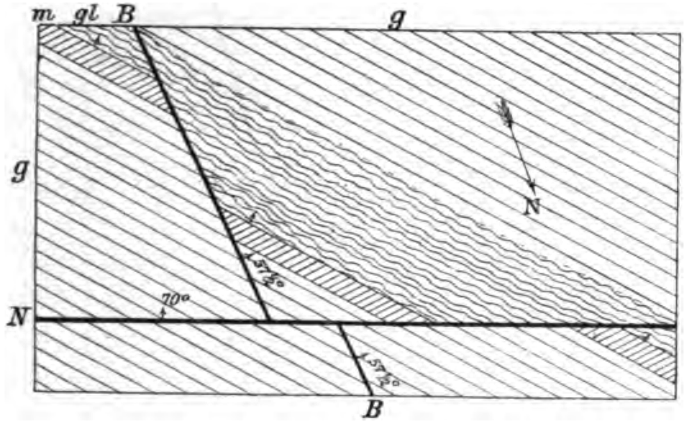


Fig. 93.
Der Benjamin Stehende auf Himmelsfürst als Verwerfer (im Grundriss).
B Benjamin Stehender, *N* Neuglück Spat, *g* Biotitgneiss, *m* Muscovitgneiss, *gl* Muscovitschiefer.

am Nebengestein nachweisen, weil dieses sehr einförmig ist, häufig aber an anderen Gängen. Ein gutes Beispiel für den ersten Fall bietet auf der Grube Himmelsfürst bei Brand der Benjamin Stehende, der wie die umstehende Darstellung im Grundriss auf Fig. 93 zeigt, eine Einlagerung von Muscovitgneiss und eine solche von Glimmerschiefer im Biotitgneiss verwirft, selbst aber wieder von einem anderen

[1]) H. Müller. *Die Erzgänge des Annaberger Revieres.* Leipzig 1894. S. 96.

Erzgang, dem Neuglück Spat verworfen wird (nach E. W. Neubert, Manuscript).

Bekannt als Verwerfer sind die Gänge des Oberharzes, bei denen sich die Verschiebungen an gut gekennzeichneten Einlagerungen ihres devonischen und culmischen Nebengesteins sehr klar nachweisen lassen. Bei Bockswiese und Lautenthal haben die Gangspalten am Liegenden das Devon, am Hangenden Culm, und die Sprunghöhe beträgt nach

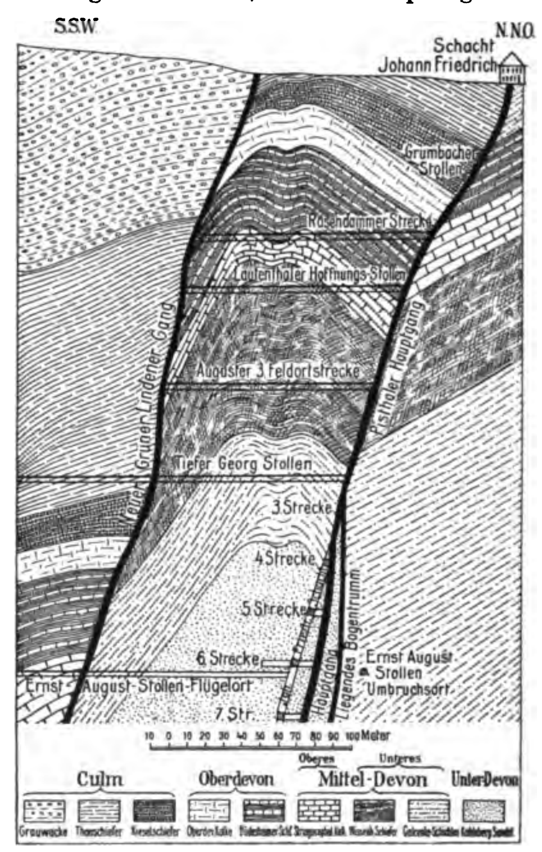


Fig. 94.

A. v. Groddeck[1]) 200 m. Fig. 94 (nach E. Maier[2]) zeigt im Querprofil die durch den Bockswieser (Pisthaler) Hauptgang und den Grünlindener Gang hervorgebrachten Verwerfungen der palaeozoïschen Schichten.

[1]) A. von Groddeck. *Lehre v. d. Lagerst. der Erze.* Leipzig 1879. S. 229.

[2]) E. Maier. *Beiträge zur Geol. des Bockswieser Ganggebietes.* Diss. Ber. d. Naturf. G. zu Freiburg i. B., XI, 2, 1900.

Sehr schöne Beispiele von Silbererzgängen als Verwerfer carbonischer Schichten hat uns T. A. Rickard[1]) von der Grube Enterprise, Colorado, geschildert.

Auch dort, wo die Einförmigkeit des Nebengesteins direct die Verwerfungen an Erzgängen nicht erkennen lässt, kann man oft aus anderen Wahrnehmungen auf ihr Vorhandensein schliessen. Namentlich werden die meisten localen Gangerweiterungen seit De la Bêche am ungezwungensten durch die Annahme von Verwerfungen an Gangklüften, die mehrmals Haken schlagen oder seitliche Ausbiegungen machen, erklärt[2]). Die nebenstehende Fig. 95 giebt eine Vorstellung von diesem Vorgang, der nothwendiger Weise prismatische oder linsenförmige Hohlräume erzeugen muss. Le Neve Foster[3]) benutzte dieselbe Theorie, um die sonderbaren Röhrengänge (pipe veins) auf einigen Gruben in Cornwall zu erklären, und Th. Kjerulf[4]) zog sie heran, um die norwegischen Erzlineale genetisch zu deuten.

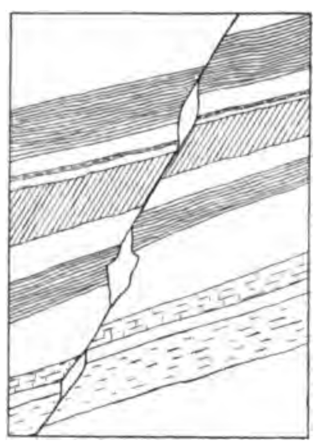


Fig. 95. *Die Erklärung localer Gangerweiterungen aus einer Verwerfung* nach De la Bêche.

IV. Die Beschaffenheit der Wandflächen von Verwerfern.

Nach der Schilderung der Ausfüllung der Verwerfungsspalten gilt es jetzt, ihre Wandflächen zu betrachten. Diese sind in Folge der Reibung beider Seiten oft spiegelglatt gescheuert und werden dann Spiegel oder Harnische genannt. Spiegelnd in des Wortes eigenster Bedeutung sind sie auf an sich metallglänzendem Material, wie die herrlichen Spiegel auf Schwefelkies von der Grube Confesionario (Huelva) oder auf Bleiglanz von Incurtosi (Iglesias, Sardinien). Vielleicht sind die Azteken dereinst durch ähnliche Funde zur Herstellung ihrer merkwürdigen Pyritspiegel angeregt worden. In anderen Fällen gewahrt man auf diesen geglätteten Flächen zahlreiche parallele Rutsch-

[1]) T. A. Rickard. *The Enterprise Mine.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Vol. XXVI, for 1896, S. 906—980.

[2]) De la Bêche. *Researches in theoretical geology.* 1834, Cap. 10 und *Report on the geology of Cornwall,* 1839, S. 317.

[3]) Le Neve Foster in Transact. of the Royal Geol., Soc. IX, 1876.

[4]) Th. Kjerulf. *Geologie von Norwegen.* übers. von Gurlt. 1880. S. 294.

streifen, die bald zarte Linien, bald ziemlich tiefe Furchen darstellen. Wir bilden ein solches Vorkommen vom Lade des Bundes Gang auf Himmelsfürst bei Brand ab, bei dem die Rutschstreifen in Bleiglanz eingegraben sind (Fig. 96). Alle diese Gebilde scheinen dafür zu sprechen, dass dort, wo sie vorkommen, während der Bewegung die Verwerfungsspalte nicht klaffte. Was die Orientirung der Rutschstreifen betrifft, so muss vor dem Irrthum gewarnt werden, als ob sie immer parallel der Falllinie der Verwerfungskluft gerichtet seien. Dies ist durchaus nicht der Fall, wie es wohl zuerst eingehend von H. Höfer nachgewiesen worden ist. Es entsprang diese früher allgemein herrschende Ansicht aus dem Schmidt-Zimmermann'schen Verwerfungsgesetz, wonach der Gebirgstheil im Hangenden der Verwerfungsspalte und zwar zu seiner früheren Lage parallel herabgeglitten ist. Diese Regel trifft



Fig. 96.
Rutschfläche auf Bleiglanz vom Lade des Bundes Gang auf Himmelsfürst.
(N. d. N. in 1/5 Gr.)

zwar für viele Fälle zu, ist aber durchaus nicht allgemein giltig. Die Rutschstreifen bilden denn thatsächlich oft mit der Falllinie einen spitzen Winkel, ja es kommen sogar Fälle vor, wo sie fast senkrecht zur Fallrichtung verlaufen. Dies beschrieb zum Beispiel H. Höfer von dem Eisensteinbergbau bei Ober-Zeiring bei Judenburg in Steiermark und vom Hodritscher Gangreviere bei Schemnitz in Ungarn. Auch auf den Rutschflächen der Oberharzer Verwerfungsspalten kennt man seit Fr. Ad. Römer horizontale Rutschstreifen. Sehr schöne, mehrere Meter lange, horizontale Frictionslinien konnte endlich der Verfasser bei der grossen Lausitzer Hauptverwerfung auf Sandstein nachweisen.

Auch ist die Richtung der Rutschstreifen durchaus nicht auf der ganzen Oberfläche der Wandung einer Verwerfungsspalte gleichlaufend.

Es kommen viele Abweichungen vor, ja sogar mehrere Systeme von Linien und Furchen können sich kreuzen, und in einem Bündel mehrerer paralleler Verwerfungsklüfte können die Streifen auf den einzelnen Flächen verschiedene Richtung haben.

Selbst Geradlinigkeit braucht nicht immer zu herrschen. Das Abgleiten kann in rasch wechselnder Richtung erfolgt sein, und die Rutschstreifen können dann sehr wunderlich gekrümmte Curven beschreiben, wie ein Beispiel hierfür von Ed. Suess auf der Naturforscher-



Fig. 97.
„Erdbebenautogramm“. Gleitfläche mit sehr verschlungenen Kritzen auf einem Kalkstein von Radolin. (Nach einem Naturselbstdruck.)

Versammlung zu Wien 1892 vorgelegt wurde. Hier sind die vielfach verschlungenen Kritzlinien auf der spiegelnden Rutschfläche eines schwarzen Kalkschiefers von Radotin in Mähren offenbar veranlasst durch herausstehende, winzige, harte Körnchen der gegenüberliegenden Wand der Verwerfungskluft. Dafür spricht die völlige Congruenz der Kritzfiguren, die wir mit gütiger Genehmigung des Auffinders J. J. Jahn und des ersten Beschreibers Ed. Suess durch ein Naturselbstdruckverfahren in Fig. 97 wiedergegeben haben. Ed. Suess hatte

treffend das Belegstück als ein natürliches Erdbebenautogramm bezeichnet, denn man kann sich wohl vorstellen, dass bei seiner Herausbildung ein Erzittern des Bodens erfolgte.

In anderen Fällen mag es wahrscheinlicher sein, dass solche eingekritzte Curven nicht durch kleine Hervorragungen von grösserer Härte auf der anderen Wand, sondern durch harte Körnchen und Scherben in der Füllmasse der Verwerfungskluft hervorgerufen worden sind. Sich kreuzende Rutschstreifen können ebenfalls durch solche in der Spalte fortgeschobene Gesteinsfragmente, die ihre Lage geändert haben, erzeugt werden.

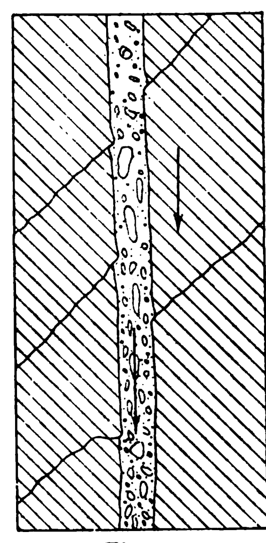


Fig. 98.
Profil einer Verwerfungskluft zur Illustration der Höfer'schen Regel.
(Die Verschiebung und Abschleifung erfolgte im Sinne der Pfeile.)

Zu warnen ist endlich davor, aus der Länge von Rutschstreifen direct auf die Länge der stattgehabten Bewegung schliessen zu wollen. Vielmehr stellt die Länge eines solchen Streifens in den meisten Fällen die Summe dar aus der Länge der geriebenen Fläche und der Länge der Rutschung. Nur selten wird ein solcher Streifen durch ein einziges hartes Korn, also geometrisch gesprochen, durch einen einzigen Punkt, veranlasst sein, über den eine Fläche hingezogen wurde.

Alle diese Erwägungen sagen uns, dass diese „handwritings on the wall" (Rickard), nicht immer so leicht zu entziffern sind, wie man wohl anfangs glauben möchte.

Immerhin scheint für viele Fälle eine Beobachtung zuzutreffen, auf die H. Höfer die Aufmerksamkeit lenkte. Streicht man mit der Hand über eine ausgedehnte Rutschfläche hin und empfindet vollkommene Glätte, so bewegt man sich im Sinne der Rutschung des anderen Gebirgstheiles, fühlt man jedoch Rauhigkeiten, so bewegt man sich entgegengesetzt dieser Rutschung. Es haben nämlich die Rutschflächen im Kleinen ein ähnliches Relief, wie die Gletscherschliffe auf Felsoberflächen, wie aus folgender schematischen Fig. 98 hervorgeht. In dieser ist zerriebenes Material als Ausfüllung der Verwerfungskluft eingezeichnet. Dieses kann auch so gut wie ganz fehlen.

Schneiden die Verwerfungsspalten durch ein wohlgeschichtetes Gestein quer hindurch, so kann man mitunter eine Auf- und Abbiegung der Schichtenränder im Sinne der Bewegung wahrnehmen. Bei manchen

Gängen kann an einem Salband die Spalte glatt durchgerissen und die Bruchfläche darauf sofort mit einer Mineralkruste belegt sein, die nicht wieder zerstört wurde, während am anderen Salband die abgesetzten Krusten wieder durch neues Aufreissen zerstückelt, und jetzt auch die Schichtenränder umgebogen worden sind (Fig. 99).

V. *Drehende Bewegung während mancher Verwerfungsakte.*

Wenn uns bereits die Betrachtung der Rutschflächen mit ihrer nicht immer mit der Fallrichtung zusammenfallenden Streifung lehrte, dass die erwähnte Schmidt-Zimmermann'sche Regel viele Ausnahmen hat, so kann man auf solche bisweilen auch aus Beobachtungen anderer Art schliessen.

H. Höfer hat mit Recht eine solche wieder hervorgezogen, die bereits J. F. W. v. Charpentier[1]) mittheilte. „Auf der Grube Himmelsfürst bei Freiberg hat man beim Zusammenkommen eines Morgenganges mit dem stehenden Gange, Schneider genannt, in 20 Lachter unter dem dasigen tiefen Stolln den Durchschnitt beider Gänge in unveränderter Richtung, einen jeden nach seinem Streichen und Fallen betrachtet, gefunden. In 40 Lachter mehrerer Tiefe hingegen ist die Richtung des stehenden Ganges bei der Vereinigung mit dem Morgengang verändert und ein sogenanntes Schleppen beider Gänge wahrzunehmen gewesen, welches sich auch in der Tiefe von 60 Lachtern ebenso gezeigt; nur dass hier die Vereinigung beider Gänge eine noch längere Distanz als beim ersten Male ausgehalten." Es convergiren also die Schaarungslinien der verworfenen Gangstücke mit dem Verwerfer derart, dass 20 Lachter unter dem Stolln der Durchschnitt erfolgt. Hierdurch ist bewiesen, dass keine parallele Verschiebung, sondern vielmehr eine drehende Bewegung stattgefunden

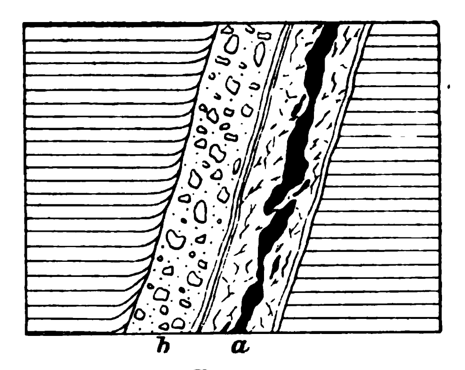


Fig. 99.
Profil einer Kluft, die am liegenden Salband glatt durchgerissen ist, während sie am hangenden Schichtenumbiegung zeigt.
a älteres, erzführendes Trum, b jüngere Reibungsbreccie.

[1]) J. F. W. v. Charpentier. *Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze.* Leipzig 1799. S. 103.

hat. Aehnliche Beispiele können aus neuerer Zeit mehrfach beigebracht werden. Im Freiberger Revier kennt man eine solche Drehung bei der Verwerfung des Peter Stehenden auf der Grube Alte Hoffnung Gottes. Dieser Gang wird von der unter 70° nach O. einfallenden Flachen Kluft verworfen. In den oberen Teufen sind die so entstandenen beiden Abschnitte — der nördliche von ihnen wird auf den Rissen als Einigkeit Morgengang geführt — ziemlich weit von einander getrennt. Ihr Abstand an der Flachen Kluft beträgt in der 2. Gegenstrecke 13 m, in der 5. bloss 11 m, in der 7. nur noch 5 m und in der 9. ist er gleich Null. Würde man also auf der Verwerfungskluft Rutschflächen auf grössere Strecke hin übersehen können, so müssten diese Kreisbögen darstellen.

Auch Ch. Combes kannte mit einer Drehung verknüpfte Verwerfungen[1]). Von neueren Beispielen möge die grosse Verwerfung Münstergewand-Feldbiss bei Aachen erwähnt werden, die nach Höfer mit einer deutlichen Drehung verknüpft ist.

VI. Das Hervortreten der Verwerfungen an der Erdoberfläche.

Nur ganz kurz berühren wollen wir die Frage, ob sich der Verwerfungsabsturz in der Topographie der Erdoberfläche als eine Stufe hervorhebt. Dass dies ursprünglich der Fall zu sein pflegt, sehen wir an den vor unseren Augen entstandenen Verwerfungsspalten in Steinkohlenrevieren in Folge des Kohlenabbaues. Ungemein rasch aber ebnet die Thätigkeit des Wassers diese anfangs scharf entwickelten Stufen an der Oberfläche wieder ein. Beim ersten Stadium der Wiedereinebnung kommt es häufig zur Herausbildung scheinbar grabenförmiger Einsenkungen, indem die Regenwasser die lockere Füllung der Verwerfungsspalte hinunterspülen und nun nahe der Oberfläche ein secundäres Absinken eintritt, wie es aus den beiden Figuren 100 und 101 ersichtlich ist. Dieses Profil zeigen nicht selten Verwerfungsspalten in Folge des Kohlenabbaues, falls die Klüfte eine gewisse Neigung besitzen.

Beispiele dafür, dass bei natürlichen Verwerfungen sich die Abstürze oberflächlich im Terrain hervorheben, finden sich besonders in trockenen Ländern, wo die Erosion langsame Fortschritte macht. So hat solche Verwerfungsstufen Powell von den Colorado-Hochflächen beschrieben. Meist aber verwischen sich rasch alle Spuren, und nur

---

[1]) Ch. Combes (übers. von C. Hartmann). *Handbuch der Bergbaukunst.* I. Bd. Weimar. 1844. S. 31. Fussnote.

indirecte topographische Anzeichen bieten sich dar, wie der Verlauf von Bächen, die der Spalte gefolgt sind, oder der Austritt von Quellen längs der Verwerfungskluft. Ist diese dagegen mit lockerem, leicht durchlässigem Material gefüllt, so zieht sie mitunter weither die Grundwasser an, füllt sich in ihren tieferen Theilen vollständig und kann Veranlassung zu gefährlichen Wassereinbrüchen in Grubenbauten sein.

Ist so auch eine Verwerfung nicht immer schon topographisch angezeigt, so wird sie in den meisten Fällen an dem unterbrochenen oder regelwidrigen Verlauf der Ausstriche der geologischen Körper sich verrathen.

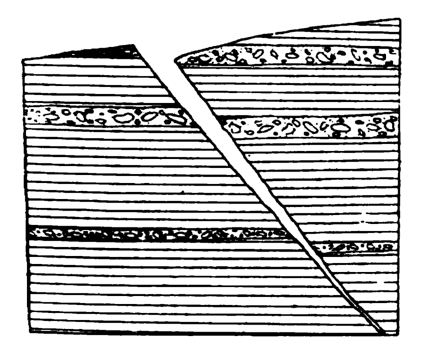


Fig. 100. *Junge Verwerfungsspalte von Regenfluten erweitert.*

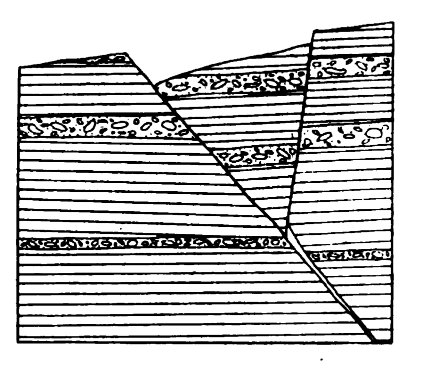


Fig. 101. *Dieselbe mit abgebrochener Scholle.*

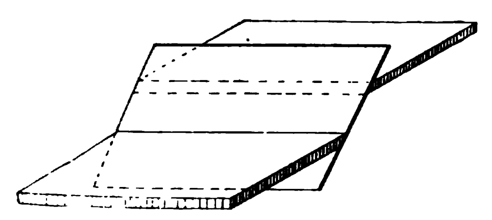


Fig. 102. *Modell einer rechtsinnigen streichenden Verwerfung.*

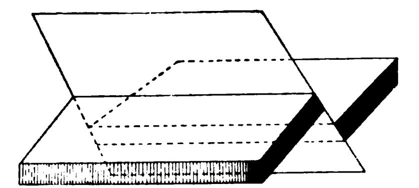


Fig. 103. *Modell einer widersinnigen streichenden Verwerfung.*

VII. Von den verschiedenen Arten der reinen Verwerfungen.

Wenn wir die Verwerfungen von Flötzen und Lagern hier mit berücksichtigen, können wir nach dem Verhältniss zum Streichen des verworfenen Gebirgsgliedes folgende Fälle unterscheiden:

1. Streichende oder Längs-Verwerfungen, bei denen die Streichrichtung der verwerfenden Kluft mit dem Streichen der Schichten oder des Ganges zusammenfällt (Fig. 102 und 103). Es sind hierbei

zwei Unterfälle möglich: a) die **rechtsinnig fallenden Verwerfer**, die nach derselben Richtung wie das verworfene Gebirgsglied fallen (Fig. 102), b) die **widersinnig fallenden**, bei denen das umgekehrte Verhältniss stattfindet (Fig. 103). Streichende Verwerfungen in geneigten Schichtensystemen werden an der Erdoberfläche erkannt an Wiederholungen von Schichtenausstrichen oft mit Überspringung einiger Glieder, wie Fig. 104 zeigt.

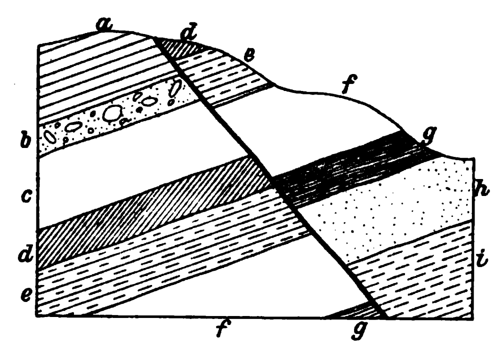


Fig. 104. *Profil einer streichenden Verwerfung.*

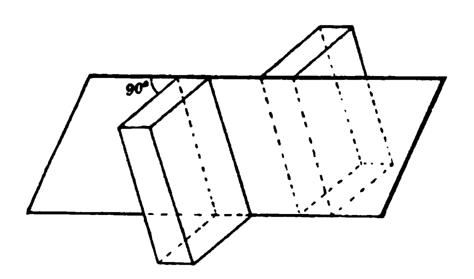


Fig. 105.
Modell einer querschlägigen Verwerfung.

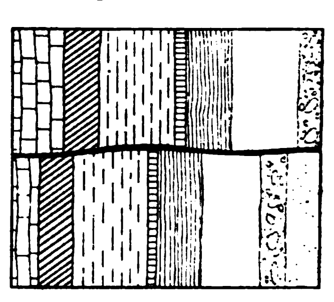


Fig. 106. *Grundriss einer querschlägigen Verwerfung.*

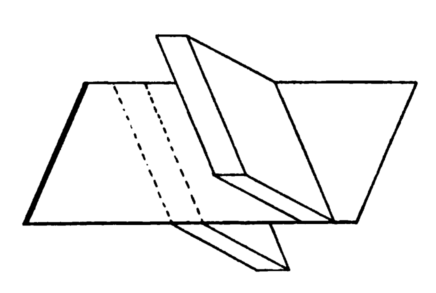


Fig. 107.
Modell einer spiesseckigen Verwerfung.

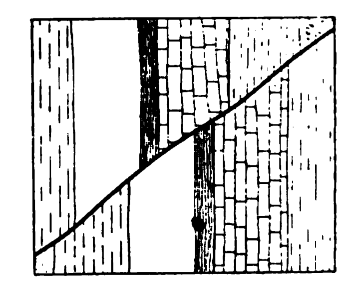


Fig. 108. *Grundriss einer spiesseckigen Verwerfung.*

2. **Querschläge oder Quer-Verwerfungen**, deren Kluft annähernd senkrecht zum Streichen der verworfenen Platten streicht (Fig. 105 und 106).

3. **Spiesseckige oder Diagonal-Verwerfungen**, bei denen das Streichen des Verwerfers einen spitzen Winkel mit dem Streichen der verworfenen Platte bildet (Fig. 107 und 108).

Weiterhin können die Verwerfungen nach der relativen Verschiebungsrichtung des Hangenden und Liegenden eingetheilt werden. Es ergeben sich danach 3 Arten:

1. **Normale Verwerfungen** oder gewöhnliche Sprünge, wenn auf einer schief stehenden Verwerfungsfläche das Hangende abgesunken ist; nach der **Schmidt-Zimmermann**'schen Regel geschieht das in der Fallrichtung und in paralleler Lage der beiden verworfenen Stücke,

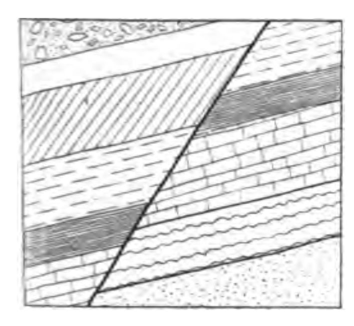


Fig. 109.
Normale Verwerfung (Profil).

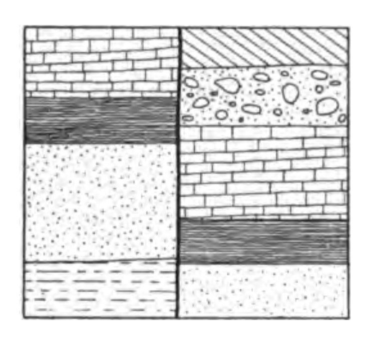


Fig. 110.
Verticale Verwerfung (Profil).

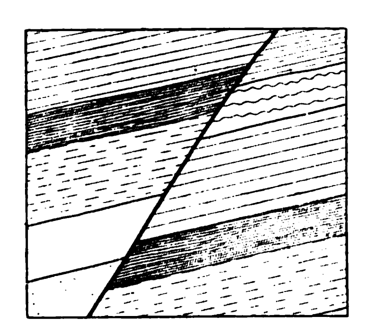


Fig. 111.
Ueberschiebung (Profil).

aber wie S. 158 gezeigt wurde, mit vielen Ausnahmen. Im Grundriss nehmen nach einer solchen Verwerfung die Schichten eine Fläche ein, die um den Betrag der horizontalen Sprungweite grösser ist, als ihre ursprüngliche Fläche (Dehnungsverwerfung, **Margerie** und **Heim**). Zu dieser ersten Gruppe gehören bei weitem die meisten Verwerfungen (Fig. 109).

2. **Verticale Verwerfungen.** Hier bleibt die Wirkung dieselbe, welche Seite auch sich senken möge (Fig. 110).

3. **Ueberschiebungen** oder abnorme Sprünge, wenn auf geneigter Kluft das Hangende über das Liegende hinaufgeschoben worden

ist. Da die Schichten hierbei auf einen kleinen Raum zusammengepresst werden, könnte man sie nach **Margerie** und **Heim** auch Compressionsverwerfungen nennen (Fig. 111, S. 165).

Sehr schöne Beispiele für Ueberschiebungen findet man am Witwatersrand bei Johannesburg, wo die goldführenden Conglomeratbänke mehrfach durch solche „overlap faults“ betroffen worden sind (Fig. 112). Dies beweist zugleich, dass Ueberschiebungen nicht ausschliesslich auf stark gefaltete Kettengebirge beschränkt sind, wie es allerdings meist der Fall ist, sondern auch in verhältnissmässig nur wenig aufgerichteten Schichtensystemen vorkommen können.

Ueberschiebungen können auch bei Gängen auftreten, wie z. B. beim Erzgang der Grube „Gute Hoffnung“ bei Werlau am Rhein und bei den „Schwebenden“ des sächsischen Obererzgebirges.

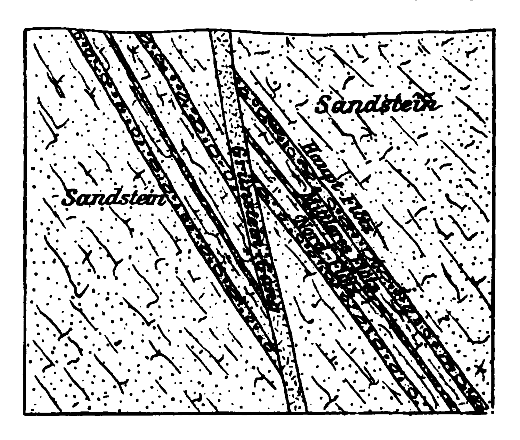


Fig. 112. *Ueberschiebung der goldführenden Conglomeratflötze der Grube May Consolitated bei Johannesburg* nach Schmeisser (Profil).

VIII. Besondere Systeme von Verwerfungen.

Viele Verwerfungen stellen keine einfache Abgleitung oder Ueberschiebung dar, sondern vielmehr ein System von parallelen Verwerfungsklüften, an denen jedesmal nach derselben Richtung hin, **gleichsinnig**, eine Verschiebung erfolgt ist. Solche gleichsinnige Verwerfungsbüschel werden auch als **Staffelbrüche** bezeichnet. Ein gutes Beispiel ist die grosse Hauptverwerfung, die unter dem Namen „Rother Ochse“ den Nordostflügel des permischen Kohlenbeckens im Plauenschen Grunde bei Dresden durchzieht. Bei Zschiedge hat R. **Hausse** die Summe der vielen einzelnen Sprunghöhen auf 350 m berechnet. An manchen Theilsprüngen hat eine förmliche Zerstücke-

lung des dortigen Hauptflötzes stattgefunden, die dadurch noch besonders gefördert wurde, dass die spröden Kohlenschollen inmitten der ziemlich weichen Nebengesteinsmassen leicht ihre Lage verändern konnten.

Unter einem „Graben" versteht der Flötzbergmann eine zwischen zwei Staffelbrüchen oder auch nur zwischen zwei einzelnen parallelen Spalten eingesunkene streifenförmige Scholle. Gute Beispiele findet man im Mansfelder Kupferschieferrevier. Im Gebiete der Gänge treten solche Vorkommnisse naturgemäss nur selten hervor.

Unter einem „Horst" hat man sich eine zwischen Verwerfungen stehen gebliebene Scholle zu denken. Ist diese schmal und langgestreckt, nennt man sie „Rippenhorst".

IX. Scheinbare Verwerfungen.

Scheinbare Verwerfungen eines Ganges kommen dann zu Stande, wenn ein anderer Gang von beträchtlicher Mächtigkeit spitzwinkelig hindurchsetzt, wie dies durch Fig. 113 illustrirt wird.

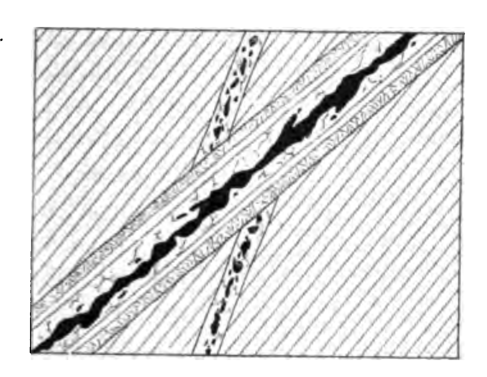


Fig. 113. *Scheinbare Verwerfung eines Ganges durch einen spitzwinkelig hindurchsetzenden jüngeren Gang* (Grundriss).

X. Ueber die Ausrichtnng verworfener Gänge.

1. Ehe man bestimmt auf eine Verwerfung eines verlorenen Ganges schliesst, wird erst jedesmal die Frage zu stellen sein, ob nicht vielleicht nur eine Ablenkung vorliegt, ob also der Gang nicht bloss an einer älteren Kluft seine Richtung verändert hat. Hierfür würde das Vorhandensein von Erztrümchen in der Ausfüllungsmasse der scheinbaren Verwerfungskluft sprechen. Diesen Trümern müsste man dann mit dem Suchort nachgehen, um das andere Stück des abgelenkten Ganges jenseits der Kluft wieder zu finden.

2. Trifft jene Voraussetzung nicht zu, und hält man den Verwerfer thatsächlich für eine jüngere Kluft, so hat man zunächst innerhalb seiner Ausfüllung nach Fragmenten der unterbrochenen Gangmasse zu suchen. Fehlen solche nach der einen Seite hin gänzlich, bilden aber nach der anderen einen förmlichen Schweif oder eine Kette, so hat man im Verwerfer nach dieser zweiten Richtung hin eine Versuchsstrecke aufzufahren (Fig. 114). Hier ist einzuschalten, dass in ähnlicher Weise bei verworfenen Flötzen die Umbiegung des Flötzrandes einen Fingerzeig geben kann. Wohin sie weist, dorthin ist das Flötz entrückt (vgl. die Fig. 99 auf S. 161).

3. Hat man an der Wand der Verwerfungskluft Rutschstreifen angetroffen, so suche man aus deren Lage ein Urtheil über die Richtung zu gewinnen, nach welcher das Gangstück entrückt ist. Hierbei überzeuge man sich durch Bestreichen des Harnisches mit der Hand, ob ein Unterschied in der Rauhigkeit, wie oben S. 160 ausgeführt wurde, besteht. Nach der Richtung, in welcher die Wandfläche sich glätter anfühlt, ist das gegenüberliegende Gebirgsstück bewegt worden.

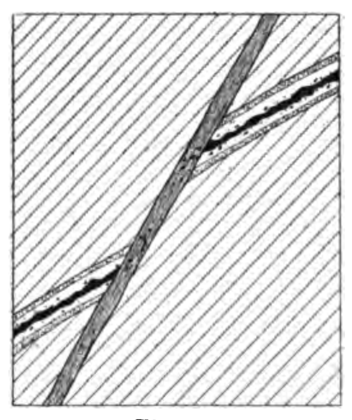


Fig. 114.
Fragmente des abgeschnittenen Ganges in der lettigen Füllung einer Verwerfungskluft als Wegweiser bei der Ausrichtung.

4. Ist bei einem Gange Hangendes und Liegendes verschieden zusammengesetzt (Contactgang), so wird die Kenntniss wichtig sein, welches Nebengestein man nach querschlägiger Durchbrechung der Verwerfungsspalte antrifft. Stösst man dort auf das Hangende, so ist anzunehmen, dass das verworfene Gangstück in die Tiefe gezogen ist. Noch wichtiger wird diese Regel bei schichtigen Lagerstätten. Hier hat der Wiederausrichtung eine möglichst genaue Profilirung des Lagers oder Flötzes mit Liegendem und Hangendem vorauszugehen.

5. Spielt sich der Vorgang in einem Gebiet ab, wo man schon mehrere andere Verwerfungen genau kennt, so construire man sich den neuen Fall nach Analogie der bekannten, denn gewöhnlich findet in einem Ganggebiet die Bewegung an Verwerfungen immer in demselben Sinne statt. Dies trifft nach H. Höfer namentlich bei den Seitenverschiebungen zu, die mit manchen Verwerfungen verknüpft sind. Ueber

ganze Ganggebiete hin können sie gesetzmässig sein; so sind sie nach H. Höfer im Erzrevier von Littai in Krain linksseitig, am Westharze rechtsseitig, bei Chañarcillo nach Moesta linksseitig.

6. Erst wenn alle derartigen besonderen Fingerzeige fehlen, bleibt noch der Versuch übrig, die Aufgabe von allgemeinen Gesichtspunkten aus theoretisch-constructiv zu lösen. Man geht alsdann nach der für die Mehrzahl der Fälle ja thatsächlich zutreffenden Schmidt-Zimmermann'schen Regel vor und verfährt auf folgende Weise[1]):

Man construirt zunächst die Projection der Kreuzlinie zwischen dem verworfenen Gange und der Verwerfungskluft. Ein Beispiel soll zeigen, wie das in einfacher Weise geschieht:

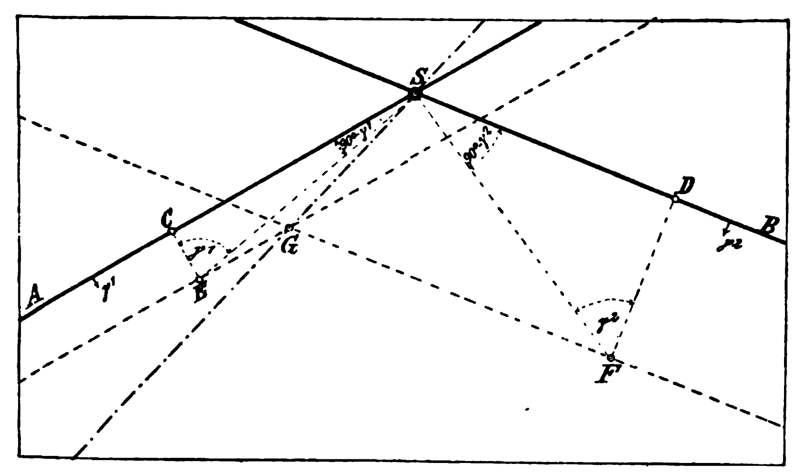


Fig. 115. *Construktion der Kreuzlinie.*
(Erklärung im Text.)

Auf zwei sich durchsetzenden Gängen sind in ein und derselben Sohle zwei Strecken AS und BS, die sich im Punkte S schneiden, aufgefahren. Der Gang AS fällt unter dem Winkel γ_1, der Gang BS unter dem Winkel γ_2 gegen den Horizont ein, wobei γ_1 grösser als γ_2 sein mag (siehe Fig. 115). Man trägt nun vom Punkte S aus auf beiden Gangstrecken zwei beliebige, aber unter sich gleiche Längen SC und SD auf und errichtet in deren Endpunkten C und D auf den Strecken Senkrechte. Alsdann trägt man im Punkte S an SC den Winkel $90^0-\gamma_1$, ebenso in S an SD den Winkel $90^0-\gamma_2$ an. Durch die Schnittpunkte E und F dieser Linien mit den Senkrechten in C und D zieht man Parallelen zu den entsprechenden Strecken, nämlich

[1]) Die folgenden markscheiderischen Angaben verdanke ich der freundlichen Mittheilung meines Herrn Collegen P. Uhlich.

durch E zu AS und durch F zu BS. Beide Parallelen schneiden sich im Punkte G, der mit S verbunden die Kreuzlinie beider Gänge darstellt.

In Bezug auf die Lage der Kreuzlinie lässt sich ganz allgemein sagen, dass sie bei rechtsinnig fallenden Gängen im stumpfen Winkelraum, bei widersinnig fallenden Gängen im spitzen Winkelraum gelegen ist und zwar stets näher am steiler fallenden Gang.

Hat man die Projection der Kreuzlinie construirt, so kann man folgende allgemeine Regel für die Ausrichtung des verworfenen Ganges zur Richtschnur nehmen:

Der verworfene Gang ist jenseits des Verwerfers im stumpfen Winkelraume zwischen der Kreuzlinie und dem Verwerfer zu suchen.

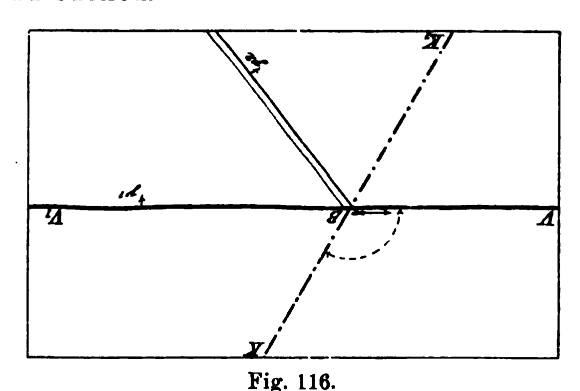


Fig. 116.
Figur zur Veranschaulichung der Regel von der Ausrichtung der Verwerfungen.

In Fig. 116 z. B. ist ein Gang bei B durch den Verwerfer VV_1 abgeschnitten worden. KK_1 ist die Kreuzlinie zwischen den beiden. Die Richtung des Pfeiles giebt an, wohin man sich nach Durchbrechung des Verwerfers zu wenden hat.

Des besseren Verständnisses dieser Verhältnisse wegen haben wir noch einen Ausschnitt aus dem Grundriss der Grube Himmelsfürst bei Brand beigegeben (Fig. 117), aus dem die dort thatsächlich vorgenommene Wiederausrichtung eines Ganges, des Silberfund Stehenden, am Anfahrungspunkte I ersichtlich ist. Der Verwerfer war der Neuglück Spatgang. Die punktirte Linie giebt die Projection der Kreuzlinie an, die man auf der Halbvierzehnten Gegenstrecke nach den von zwei höheren Strecken her bekannten Fixpunkten II oder III hin ziehen und auf den Riss projiciren konnte. Man folgte dem Neuglück Spat

längs seines hangenden Salbandes ganz nach der obigen Regel in der Richtung des Pfeiles a—d und träf thatsächlich nach einer kurzen Strecke den Silberfund Stehenden wieder an. Beim Punkt II war die

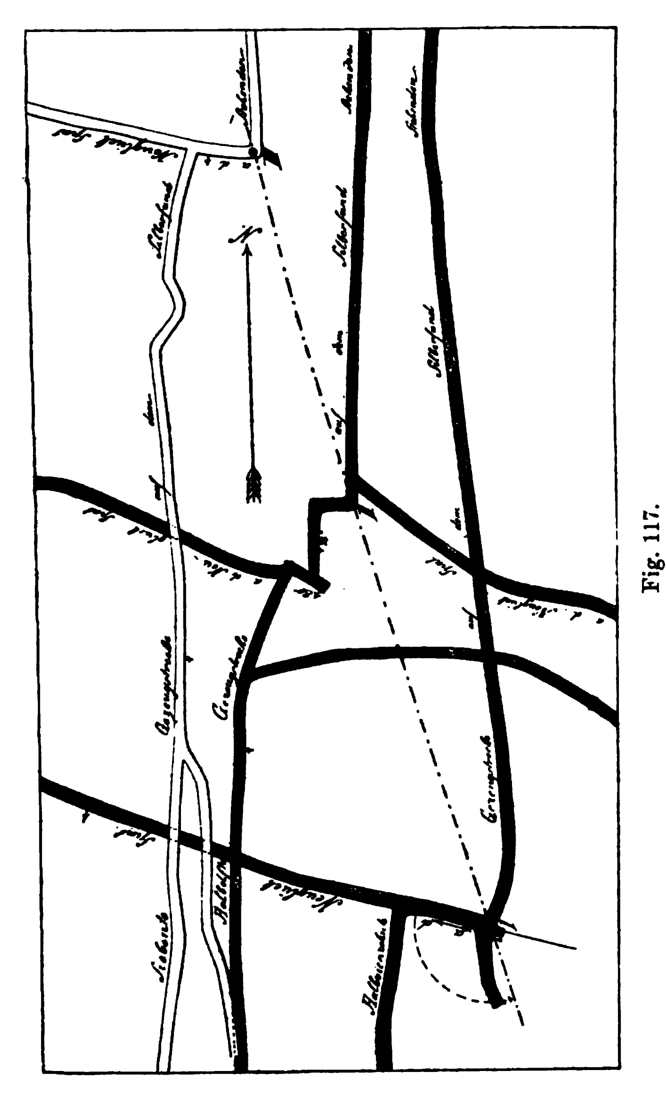


Fig. 117.
Ausschnitt aus dem Grundriss der Grube Himmelsfürst bei Brand mit der Verwerfung des Silberfund Stehenden.

Sachlage insofern verwickelter, als hier die Verwerfung zunächst durch eine Parallelkluft des Neuglück Spat und dann noch einmal durch diesen selbst erfolgt war. Man musste also bei Punkt II zweimal hintereinander die Regel anwenden.

XI. Aus Horizontalbewegungen hervorgegangene Verwerfungen.

Schon bei den eigentlichen Verwerfungen sahen wir öfter, wenn auch nur untergeordnet, auch seitliche Verschiebungen mitspielen. Nun giebt es aber noch eine kleine Gruppe von Dislocationen, bei denen eine transversale Horizontalverschiebung den vorherrschenden Charakterzug bildet. Sie werden schlechthin Verschiebungen genannt, und die steilen Trennungsebenen, längs welcher die Horizontalbewegung stattfand, heisst man wohl „Blätter".

G. Köhler hat derartige Verschiebungen von mehreren Harzer Gängen beschrieben, so vom Samsoner Gang in St. Andreasberg (Fig. 118) und vom Altensegener Hauptgang. Häufiger noch sind sie bei schichtigen Lagerstätten, wie z. B. am Rammelsberger Erzlager.

Bei der Wiederausrichtung verschobener Gänge gelten die Regeln 1—5, die wir für Verwerfungen entwickelten, in nur wenig veränderter Form.

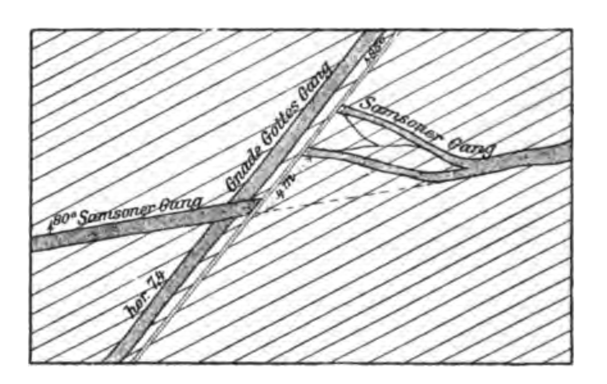


Fig. 118.
Verschiebung des Samsoner Ganges in der 41. Strecke zu Sct. Andreasberg nach G. Köhler (Grundriss).

i) Ursachen der Spaltenbildung.

Spalten sind Flächen der Zerreissung. Sie sind darum als Discissionsräume (von discindere, zerreissen) gegenüber zu stellen den durch die auslaugende Thätigkeit des Wassers in leicht löslichen Gesteinen entstandenen Hohlräumen, den Dissolutionsräumen F. Pošepnys. Als Flächen einer Zerreissung sind die Spalten besonders gut gekennzeichnet dort, wo in ihrer unmittelbaren Nähe das Nebengestein verzogene und verkrümmte Versteinerungen enthält. Solche Vorkommnisse wurden

nach A. Daubrée von Harkness aus der Umgegend von Cork in Irland beschrieben[1]).

Die Ursache der Spaltenbildung ist in manchen Fällen innerhalb des davon betroffenen Gesteinskörpers selbst zu suchen, sie ist dann sammt ihrer Wirkung gewöhnlich auf diesen beschränkt und greift nur selten ein wenig über seine Grenzen hinaus. Diese entokinetischen Spalten (A. W. Stelzner) zerfallen in zwei Untergruppen. Bei der einen entstehen die Klüfte durch eine Volumenverminderung des Gesteinskörpers in Folge von Abkühlung oder von Austrocknung (Abkühlungsspalten, Austrocknungsspalten), bei der anderen durch eine Volumenvergrösserung in Folge einer Wasseraufnahme oder anderer chemischer Processe (Dilatationsspalten A. W. Stelzners). Viel verbreiteter sind allgemeine tektonische Vorgänge die Ursache von Spalten, die dann mit A. W. Stelzner als exokinetische Spalten bezeichnet werden können. Viele Spalten lassen sich nicht glatt in eine der genannten Gruppen einreihen, weil sie ihre Entstehung complexen Ursachen verdanken.

A. Daubrée nennt alle Zerreissungsklüfte Lithoklasen und unterscheidet dann weiterhin Diaklasen, Spalten ohne nachweisbare Verwerfung, und Paraklasen, Spalten mit einer solchen.

Durch Aufführung einer Reihe von Beispielen wird in Folgendem die von uns angenommene Eintheilung und damit auch das Wesen der Spaltenbildung klarer werden.

a) Entokinetische Spalten.

1. Contractionsspalten.

I. Abkühlungsspalten.

Wie bekannt, werden Eruptivmassen bei ihrer Abkühlung nach dem Erstarren aus dem Schmelzfluss von zahlreichen Contractionsrissen durchzogen, die häufig einen ganz regelmässigen Verlauf haben, und die charakteristischen, säulen- und plattenförmigen oder kugelschaligen Absonderungsformen solcher Gesteine bedingen, in anderen Fällen aber ohne ein erkennbares Gesetz angeordnet sind.

Erzgänge als Ausfüllungen solcher Abkühlungsspalten sind die schwebenden Zinnerzgänge in der Granitkuppe von Zinnwald im Erzgebirge. Dass granitische Massen von sphärischen Abkühlungsspalten durch-

---

[1]) A. Daubrée. *Synthetische Studien zur Experimental-Geologie.* Uebers. von A. Gurlt. 1880. S. 234.

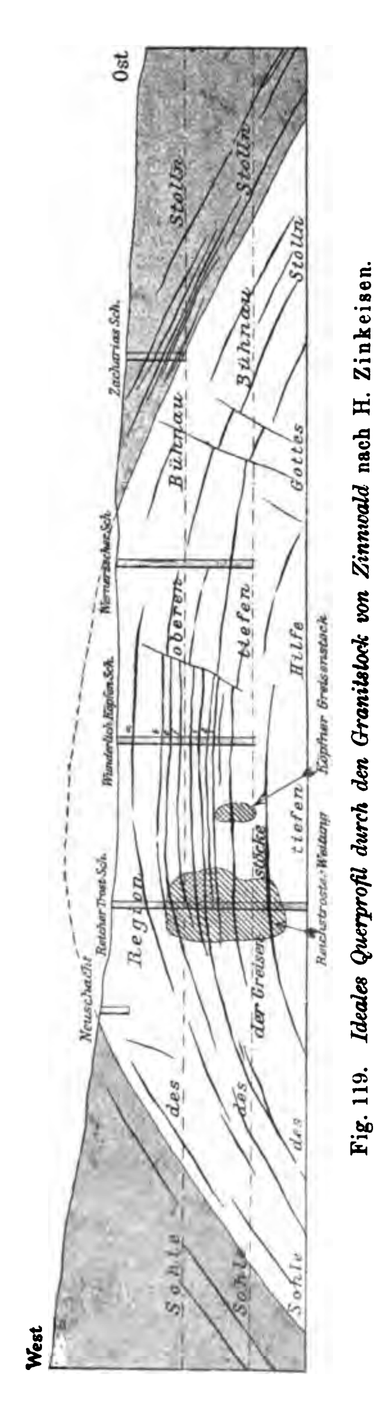


Fig. 119. *Ideales Querprofil durch den Granitstock von Zinnwald* nach H. Zinkeisen.
Maassstab 1 : 4000.
a Tageflötz. — *b* Oberes Flötz. — *c* Orgelflötz. — *f* Mittelflötz. — *i* Kiesiges Flötz. — *k* Artiges Flötz. — *t* Flötztrum.

zogen werden, die häufig mit den sanft gerundeten Oberflächen der Hügel ungefähr conform verlaufen, ist ja auch anderwärts bekannt. Für die Trottoirplattengewinnung in der Lausitzer Granitindustrie haben diese Klüfte sogar eine grosse praktische Bedeutung[1]), weil parallel denselben auch das frische, äusserlich nicht zerklüftete Gestein leicht durch Keilarbeit in Platten zersprengt werden kann. Bei Zinnwald sind solche Klüfte anscheinend zu einer Zeit, als die Abkühlung noch keine vollkommene war, mit den Gangarten und Erzen der Zinnerzformation, besonders Quarz, Lithionglimmer, Zinnstein und Wolframit ausgefüllt worden. Wie das Querprofil Fig. 119 zeigt, haben diese Gänge die Gestalt umgekehrter flacher Schalen, die in geringen Abständen übereinander folgen. Ihrer 11 sind im Granit selbst in Abbau genommen, ein paar sehr arme wurden auch in dem Teplitzer Quarzporphyr angetroffen, in den die flache Granitkuppe von unten her eingedrungen ist[2]),

Ganz im Gegensatz zu dieser regelmässigen Spaltenbildung steht das bekannte Vorkommniss bei der benachbarten Bergstadt Altenberg. Hier wird ein Granitstock von

---

[1]) Vgl. O. Herrmann. *Steinbruchsindustrie und Steinbruchsgeologie.* Berlin 1899. S. 112.

[2]) K. Dalmer. *Erläuterungen zu Sect. Altenberg-Zinnwald der geol. Specialkarte von Sachsen.*

zahllosen, ganz unregelmässig verlaufenden Spältchen durchsetzt, von denen aus das Gestein mit Zinnerz angereichert ist. Diese Spalten sammt ihren Imprägnationszonen bilden in ihrer Gesammtheit den sog. Zwitterstock. Die Mehrzahl derselben dürften auch hier reine Abkühlungsspalten sein.

Schwer zu entscheiden dagegen ist die Frage, ob auch die Netzgänge in den ungarischen Propyliten aus Abkühlungsspalten hervorgegangen sind. Da die dortigen Gänge auch in dem angrenzenden eocänen Sandstein vorkommen, sind Zweifel daran nicht unberechtigt, und für die Erz führenden Klüfte von Nagyág im besonderen scheint nach B. von Jnkey die Erklärung als Contractionsspalten sogar ausgeschlossen (siehe später).

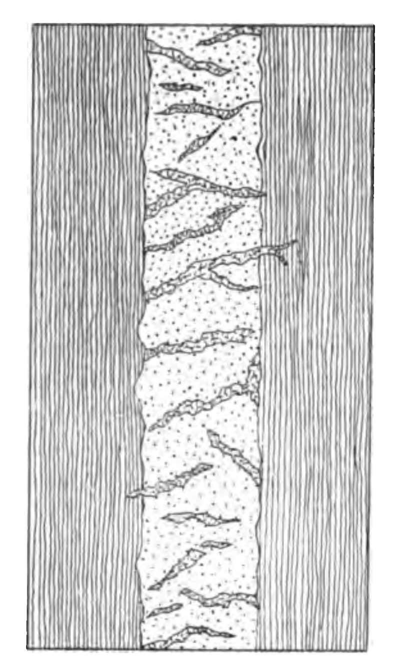


Fig. 120. *Profil eines Dioritganges der Waverley Grube mit Leitergängen von Goldquarz* nach Phillips-Louis.

Wird ein Eruptivgang bei der Abkühlung von Querspalten durchsetzt, die in geringen Abständen aufeinander folgen, so entstehen die sog. Leitergänge.

Ein bekanntes Beispiel hierfür ist das der Waverley-Grube in Victoria, Australien, wo ein Gang von zersetztem Diorit von zahlreichen, oft sich gabelnden Quarztrümern mit Golderzen durchzogen wird. Die meisten schneiden am Salband ab, einige wenige setzen auch ein kleines Stück in das Nebengestein, einen Schiefer hinein (Fig. 120).

Ganz ähnlich wird nach Th. Scheerer ein im Glimmerschiefer der Näsmarkgrube in Thelemaken in Norwegen aufsetzender Granitgang von zahlreichen, quergestellten Quarztrümern durchschnitten, die Kupfererze enthalten und nach J. H. L. Vogt[1]) von beiderseitigen Greisenzonen begleitet sind.

Typische Leitergänge sind endlich die goldführenden Quarztrümer in den Gängen von feinkörnigem Granit im Schiefergebirge bei Berezowsk (gesprochen Berjósowsk) unweit von Jekaterinburg im mittleren Ural[2]).

---

[1]) In Z. f. pr. G. 1895, S. 149.

[2]) F. Pošepny. *Die Golddistricte von Beresow und Mias am Ural.* Archiv f. prakt. Geol., II. Bd., 1895, S. 499ff.

Ein Ausschnitt aus einem Grundriss der dortigen Gruben mit den vielen kurzen, den Goldtrümern nachgetriebenen Seitenstrecken, die von einer dem Gangkörper (Polo) folgenden Hauptförderstrecke ausgehen, giebt ein klares Bild von der Anordnung dieser Abkühlungsspalten, die nur selten ins Nebengestein hinaus sich erstrecken (Fig. 121 auf S. 177). Ganz dieselbe Erscheinung kehrt im Ural noch einmal wieder an den Diorit- und Serpentingängen von Pyschminsk [1]).

II. Austrocknungsspalten.

Dass beim Austrocknen von Sedimentgesteinen Spalten entstehen können, ist bekannt, schwer aber ist der Nachweis zu führen, dass einzelne Erzgangvorkommnisse diese Entstehungsursache haben. Sicher eine Folge der Contraction durch Austrocknung sind die häufig Zinkblende und Bleiglanz führenden Spältchen in den Sphärosideritknollen der Steinkohlenformation z. B. bei Zwickau.

2. Dilatationsspalten.

Als bestes Beispiel können gelten die zahlreichen Klüfte und Gleitflächen, die Serpentinstöcke zu durchziehen pflegen. Hier war die Wasseraufnahme bei der Serpentinisirung des ehemaligen Olivingesteins die Ursache der Volumenzunahme. Oft haben solche Spalten Garnierit und andere secundäre Nickelerze aufgenommen, wie auf Neu-Caledonien und bei Frankenstein in Schlesien.

β) Exokinetische Spalten.

I. Einsturz- und Aufbruchspalten.

Einsturzspalten im engeren Sinne entstehen durch den Zusammenbruch des Dachgebirges eines durch Auslaugung von Steinsalz, Gyps oder Kalkstein geschaffenen Hohlraumes. So zu deutende Erzgänge dürften indessen nicht bekannt sein. Im weiteren Sinne kann man Einsturzspalten auch die Klüfte nennen, längs deren ganze Gebirgstheile in Gebieten absinken, die durch bedeutende Eruptionen grosse Massenverluste in der Tiefe erlitten haben, wie solche auf der concaven Seite von Kettengebirgen nicht selten vorkommen. Vielleicht gehören hierher gewisse Erzgänge in den Eruptivgebieten innerhalb des Karpathenbogens.

---

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* S. 102.

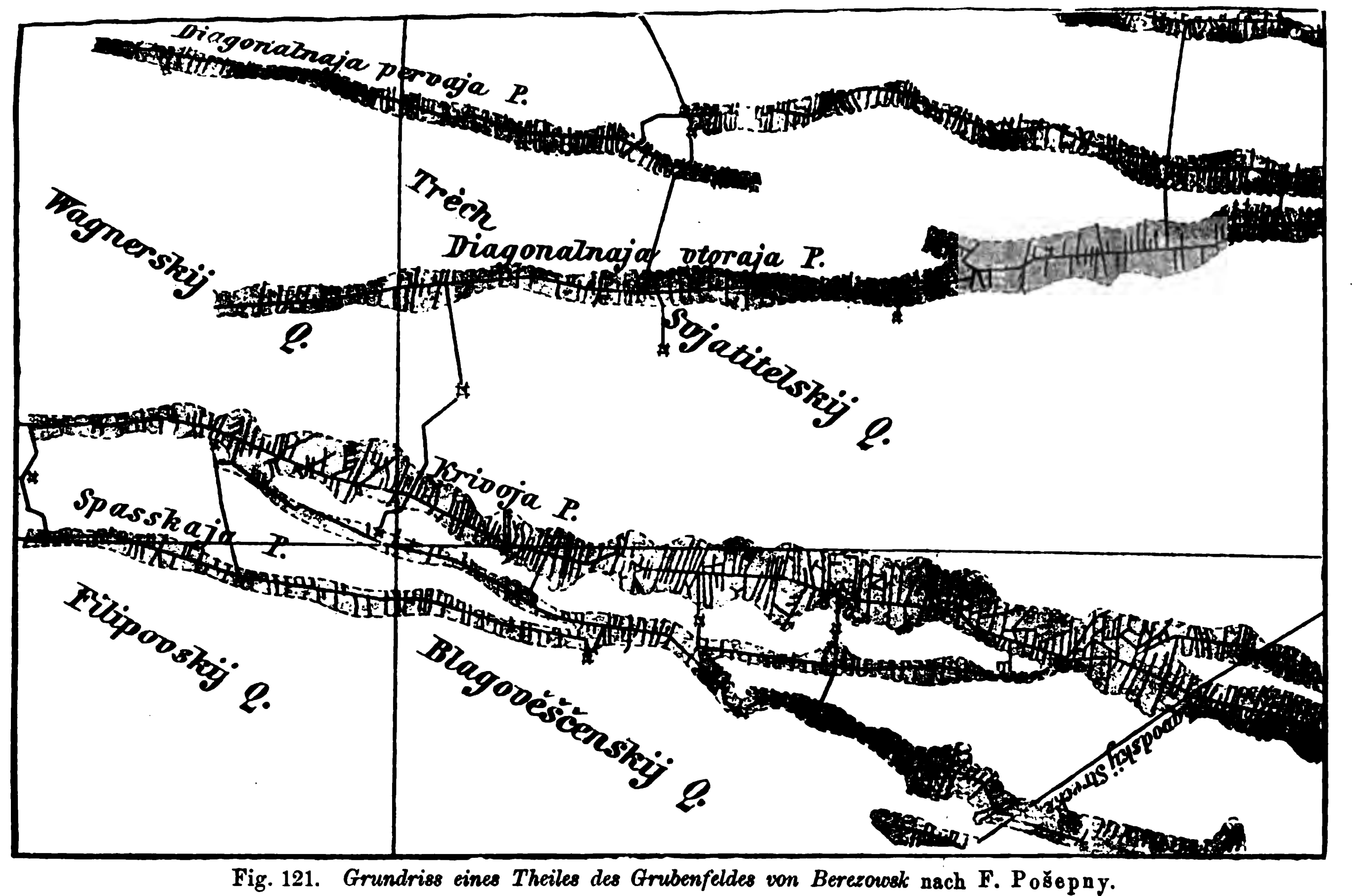


Fig. 121. *Grundriss eines Theiles des Grubenfeldes von Berezowsk* nach F. Pošepny.

Aufbruchspalten vermögen sich im Dachgebirge von Olivingesteinen zu bilden, die bei der Serpentinisirung aufquellen, oder über Anhydritlinsen, die zu Gyps werden. Manche Garnierittrümer, von denen gesagt wird, dass sie aus den Serpentinen auch ins Nebengestein hinaus setzen, können dieser Entstehung sein.

Aufbruchspalten in schichtigen Gesteinen, die zu grossen Gewölben durch seitlichen Gebirgsdruck aufgestaut worden sind, gehören zu den häufigeren Erscheinungen. Ganze grosse Ganggebiete lassen sich in dieser Weise auffassen, wie z. B. das Freiberger, das in der Hauptsache an die Scheitelgegend einer grossen Gneisskuppel gebunden ist. Ganz allgemein zusammengefasst werden die beim Faltungsprocess entstehenden Klüfte in der folgenden Rubrik.

II. *Faltungsspalten.*

Spalten reissen vorzüglich in den spröderen Schichtengruppen eines Gebirges ein, wenn dieses zu Falten, Sätteln und Mulden zusammengeschoben wird. Wie der ganze Faltungsvorgang werden also solche Spalten erzeugt durch die fortschreitende Abkühlung und Contraction der tieferen Zonen unserer Erdkruste. Man kann sie weiterhin gliedern in streichende, spiesseckige und querschlägige Faltungsspalten, je nach ihrer Richtung zum Streichen der Falten. Wohl die meisten Erzgänge verdanken einem Faltungsprocess ihren Ursprung.

Die streichenden Faltungsspalten sind fast immer zugleich Verwerfungen und zwar Ueberschiebungen. A. von Groddeck[1]) führt als Beispiele für streichende Faltungsspalten gewisse Erzgänge des Rheinischen Schiefergebirges an. Häufiger sind jedenfalls die spiesseckigen und querschlägigen Faltungsspalten unter den Gängen zu finden. Die Entstehung von solchen erklärt sich aus der ungleichen Vertheilung des Druckes bei dem Faltungsvorgang. Die Stärke eines senkrecht oder schräg gegen eine vorliegende Falte wirksamen Druckes kann in geringen Abständen eine plötzliche Verringerung erleiden, wenn z. B. eine besonders widerstandsfähige Gesteinspartie zu überwinden ist, oder ältere Falten und Klüfte ablenkend wirken. Dann bildet sich zwischen dem stärker und dem schwächer gedrückten Gebiet ein Riss, wie es schematisch in Fig. 122 zur Anschauung gebracht worden ist.

Auch die Aufblätterungsspalten werden beim Faltungsvorgang hervorgerufen. Wie in einer Lage von seitlich zusammengeschobenen

---

[1]) A. v. Groddeck. *Lagerstätten der Erze.* 1879. S. 316.

Papierbogen einzelne Blätter von einander sich abheben, so geschieht es auch mit einzelnen Schichten in stark gefalteten schieferigen Gesteinen. Die so entstehenden, flach linsenförmigen, gewöhnlich unregelmässig gebogenen Hohlräume können von Quarz mit Erzen, besonders goldhaltigem Pyrit, ausgefüllt werden. Als solche Aufblätterungsspalten haben namentlich die goldhaltigen Quarzschmitzen der krystallinen Schiefer in den Alleghanies und auf Nova Scotia zu gelten.

Endlich gehören hierher auch die schon auf S. 135 ausführlicher beschriebenen, merkwürdigen Sattelgänge Australiens.

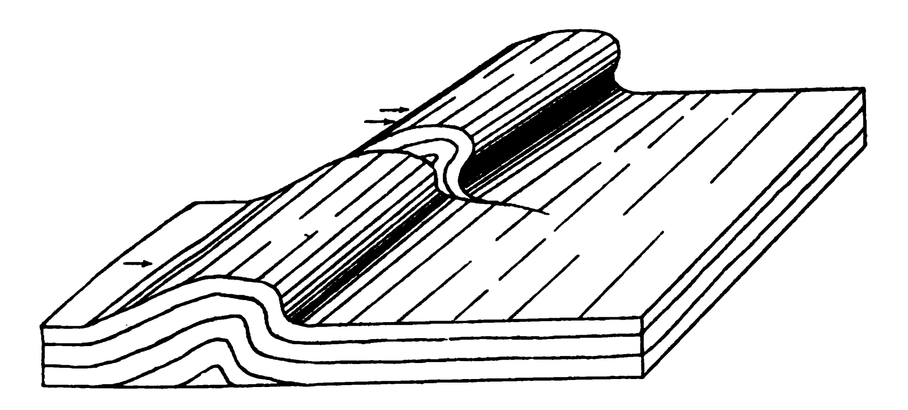


Fig. 122.
Modell, das die Entstehung von Faltungsspalten versinnbildlicht.

III. Pressungsspalten.

Nicht immer sind Gebirgsmassen im Stande, dem Drucke folgend, in Falten sich zu legen. Namentlich die harten und spröden Eruptivmassen sind hiervon meist ausgeschlossen. Sie haben die ganze Wucht des Druckes, ohne ihm ausweichen zu können, auszuhalten, sie werden in Folge dessen zerdrückt und zerspalten. Die hierbei entstehenden Risse nennt man passend Pressungsspalten.

Unsere Vorstellungen von diesen Vorgängen sind sehr geklärt worden durch die schönen Experimente A. Daubrées[1]).

Cubisch behauene spröde Gesteine zerfallen hiernach durch einfachen Druck in unregelmässig prismatische Stücke, die senkrecht zur

[1]) A. Daubrée. *Synthetische Studien zur Experimental-Geologie.* Uebers. von A. Gurlt. 1880. S. 235 ff.

Druckebene gestellt sind. Hier liegt also ein Fall vor, wo die Richtung der Klüfte der Druckrichtung parallel liegt. Da aber in der Natur die dem Gebirgsdruck unterworfenen Massen sich bis zu einem gewissen Grade plastisch verhalten, suchte Daubrée diese Vorbedingung wenigstens annähernd auch im Versuch nachzuahmen und verwandte daher zu seinen Druckversuchen Prismen aus einer Mischung von Gyps, Wachs und etwas Harz. Jetzt zeigten sich nach der Druckwirkung in solchen Prismen schräg zur Druckrichtung verlaufende Hauptspalten, längs deren sich Verschiebungen vollzogen hatten, und daneben eine grosse Zahl theils paralleler, theils rechtwinkelig zur Hauptspalte gestellter Nebenspalten (siehe Fig. 123). Es ist das eine Anordnung der Gangklüfte, wie sie an das Gangnetz von Freiberg oder des Cornwaller Zinndistrictes erinnert. Da wir es in diesen Revieren in der Hauptsache mit seitlichen Druckerscheinungen zu thun haben, giebt die kartographische Darstellung einer solchen Gegend uns also ein ganz analoges Bild, wie die Ansicht einer Fläche jenes Prismas.

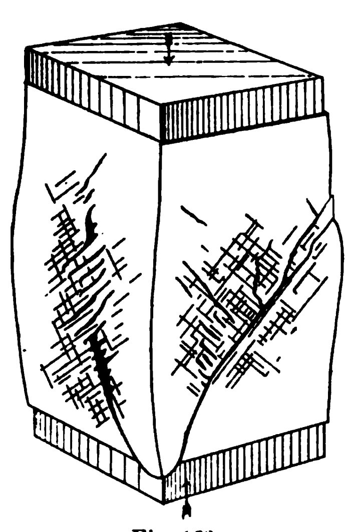


Fig. 123.
Künstliche Pressungsklüfte in einem Prisma nach A. Daubrée.

Auch wenn A. Daubrée eine künstlich geschichtete Masse einem parallel der Schichtung wirkenden Druck aussetzte, erhielt er schräg zur Druckrichtung verlaufende Klüfte, längs denen sich Verwerfungen vollzogen, wenn Gelegenheit zu seitlichen Verschiebungen gegeben war. Mitunter ging hier der Kluftbildung eine Faltung des künstlichen Schichtensystems voraus.

Diese Versuche beweisen, dass man nicht immer in der Richtung paralleler Spaltensysteme, seien es blosse Zerreissungsklüfte oder auch Verwerfungen, nun auch die Kraft wirksam gewesen sich denken muss, die jene hervorbrachte. Ueber die Richtung der Kraft giebt nur die Anordnung aller Kluftsysteme einer Gegend Auskunft, und zwar scheint bei gepaarten Kluftsystemen in den meisten Fällen die Diagonale die wahre Richtung anzugeben. Vorausgesetzt ist natürlich, dass alle die herbeigezogenen Klüfte annähernd gleichzeitig entstanden sind, was freilich für die erwähnten Beispiele von Freiberg und Cornwall nur zum Theil zutrifft.

Auch ergiebt sich, dass eine Kluft und eine Verschiebung längs dieser Kluft von ein und derselben Kraft erzeugt werden kann.

Andere Experimente zeigten A. Daubrée, dass unter Umständen auch eine Torsion eines Theiles der festen Erdkruste zur Herausbildung von ganz regelmässigen Kluftsystemen führen kann. Besonders ist dies zu vermuthen für Tafelgebirge mit annähernd horizontaler Schichtenlagerung. A. Daubrée drehte eine mit Papier beleimte rechteckige Platte von Spiegelglas vermittelst eines Drehschlüssels (Fig. 124). Er erhielt zwei gleichförmig zur Torsionsachse schräg verlaufende Risssysteme, wobei häufig einzelne Risse an anderen absetzten.

Schon aus dem Doppelspiel der beiden Kräfte, seitlicher Schub und senkrechte Wirkung der Schwere, werden in der Natur solche Torsionswirkungen häufig vorkommen. An dem Verhalten der aneinander absetzenden, gleichzeitig entstandenen Risse im Glas lernt man zugleich, dass nicht in allen Fällen eine Verwerfungsspalte jünger zu sein braucht als die verworfene Spalte. Erst die Füllung wird das gegenseitige Altersverhältniss klar erkennen lassen.

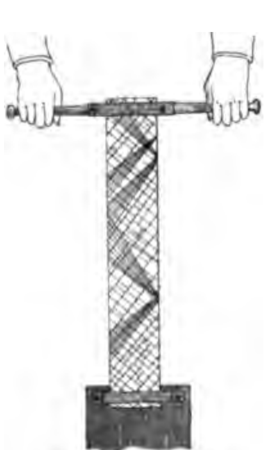


Fig. 124. *Entstehung regelmässiger Kluftsysteme durch Torsion* nach A. Daubrée.

Diese wichtigen Experimente A. Daubrées wurden später von G. F. Becker[1]) wiederholt und ihre Bedeutung für die Lehre von der Gangbildung bestätigt. Nach diesem Autor sprechen die häufigen Harnische auf Kluftflächen auch solcher Gänge, die scheinbar gar nicht als Verwerfer gewirkt haben, und die oft zu bemerkende, windschiefe Biegung und Krümmung vieler Gangflächen für eine Entstehung der Spalten durch Torsion. Schon A. Daubrée hatte die windschiefe Form seiner Risse im Glas hervorgehoben.

Noch mehr den in der Natur vorkommenden analoge Sprungsysteme erhält man, wenn man an Stelle der symmetrischen Anordnung des Daubrée'schen Versuches für eine asymmetrische und einseitige Vertheilung von Druck und Widerstand Sorge trägt. Dies erfuhr K. A. Lossen[2]) durch einen Zufall: die Sprünge in einer Glasscheibe, die entstanden beim jähen Aufreissen eines unten eingeklemmten

[1]) G. F. Becker. *Torsional Theory of Joints.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. XXIV 1894, p. 130.

[2]) K. A. Lossen. *Ueber ein durch Zufall in einer Fensterscheibe entstandenes Torsionsspaltennetz.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., 1886, S. 336.

Fensterflügels, in der Hauptsache Diagonalsprünge mit zum Theil widersinnigem Einfallen, wie auch Bogensprünge und Quersprünge, hatten eine schlagende Aehnlichkeit mit Theilen des Gangsystemes des Oberharzes.

Entschieden eine Folge von Torsionsbewegungen sind auch die Verwerfer mit widersinnigem Sprung, „failles à charnière", wie sie die französischen nnd belgischen Bergleute treffend nennen. Bei diesen hat ein und derselbe Gebirgstheil an dem einen Ende der Spalte eine Hebung, an dem anderen eine Senkung erfahren, während in der Mitte ein neutraler Drehungspunkt liegt (Fig. 125).

Dass die Spaltenbildung nicht allein von der Anordnung der Kräfte, sondern auch in gewissem Grade von der mehr oder minder grossen Sprödigkeit und Zähigkeit des Nebengesteins abhängig ist, ging bereits aus den S. 128 geschilderten Verhältnissen hervor.

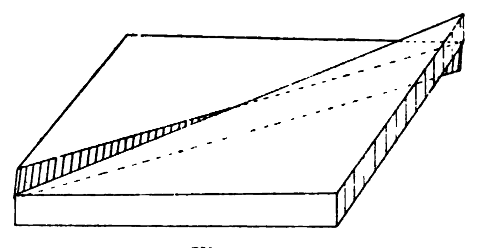


Fig. 125.
Modell eines Charniersprunges.

k) Die Dauer des Aktes einer Spaltenbildung.

Man kennt gut beglaubigte Beispiele von der auf einen einzigen Ruck, unter einem heftigen Erdbeben erfolgten Bildung mächtiger Spalten. So entstand nach B. Kotô[1]) am 20. October 1891 bei einem verheerenden Erdbeben in Mittel-Japan eine mit verticaler und seitlicher Verschiebung der angrenzenden Gebirgstheile verbundene Verwerfungsspalte, die geradlinig auf 64 km weit über Berg und Thal hindurchsetzte. Bei Midori betrug die Sprunghöhe 6 m, die Horizontalverschiebung 1—4 m. Diese Spalte klaffte nicht. Mächtige offen gähnende Klüfte entstanden dagegen beim grossen Erdbeben in Calabrien im Jahre 1783 am Monte Sant'Angelo.

---

[1]) B. Kotô. *On the Cause of the Great Earthquake in Central-Japan.* 1891. Tōkyō 1893.

Auch kennt man durch bergbauliche Erfahrungen Spalten, zum Theil Gangspalten, mit noch jetzt weit klaffenden Hohlräumen. Im Freiberger Revier sind Beispiele hierfür gar nicht so selten. Auf der Grube Churprinz stiess man öfter auf Drusen so gross, dass ein Mann hineinkriechen konnte.

Auf dem Langenzuggange (kiesige Bleierzformation) der Gruben zu Mies in Böhmen fuhr man vor einigen Jahren nach A. Rossberg (briefl. Mitth.) mehrere in der Fallrichtung gestreckte, ungefähr linsenförmige Drusen an, deren Wandungen mit Bleiglanz und mit Quarzkrystallen besetzt waren, und die damals leer von Wasser oder besonderen Gasen sich erwiesen, da das Wasser nach tieferen Räumen hin vorher abgezapft war. Die eine dieser Drusen mass 1,2 m in der Breite, 6,0 m in der Höhe und 9,5 m in der Länge. Der sonst nur 2—3 m mächtige Gang zeigte bei der grössten Breite dieses Hohlraumes eine Mächtigkeit von 5,3 m.

Doch ist es nicht nothwendig, dass alle sehr mächtigen Erzgänge durch eine Ausfüllung von sehr weit klaffenden Spaltenräumen entstanden sind. Die zu beobachtenden Gangstructuren sprechen eher dafür, dass die meisten mächtigeren Gänge einer oft wiederholten Spaltenaufreissung ihre Herausbildung verdanken, wobei jedesmal ein nur schmaler Kluftraum offen zu bleiben brauchte. Die nach einander einreissenden Risse waren hierbei nicht immer genau ihren Vorgängern parallel, sondern durchsetzten sie nicht selten schräg, wie häufige jüngere Diagonaltrümer auf Gängen beweisen. Wir bilden hier ein Beispiel ab von einem Gange der Edlen Quarzformation, dem Traugott Spat der seit kurzem auflässigen Grube Gesegnete Bergmanns Hoffnung zu Obergruna bei Freiberg. Hier sieht man sehr viele und sehr unregelmässige, jüngere Quarztrümer mit Glaserz eine ältere, wesentlich von silberreicher Blende mit etwas Schwefelkies gebildete Gangausfüllung durchsetzen (Fig. 126, S. 184). Diese jüngeren Quarztrümer unterscheiden sich deutlich von dem alten am linken Salband mit seiner charakteristischen Kammstructur, die es als schon vor den Blendemassen entstanden erkennen lässt.

Die jüngeren Spalten begleiten zuweilen eine lange Strecke ein älteres Salband, um dann ganz unvermittelt den Gang quer zu durchsetzen. So entstehen Quertrümer, die aber sofort wieder in Paralleltrümer übergehen. Das umstehend abgebildete Beispiel ist dem Komet Stehenden auf der Grube Himmelsfürst bei Freiberg entnommen (Fig. 127, S. 184). Das Quertrum besteht hier aus weissem Kalkspath mit etwas Schwefelkies, während die von ihm durchsetzte Gangmasse von einem

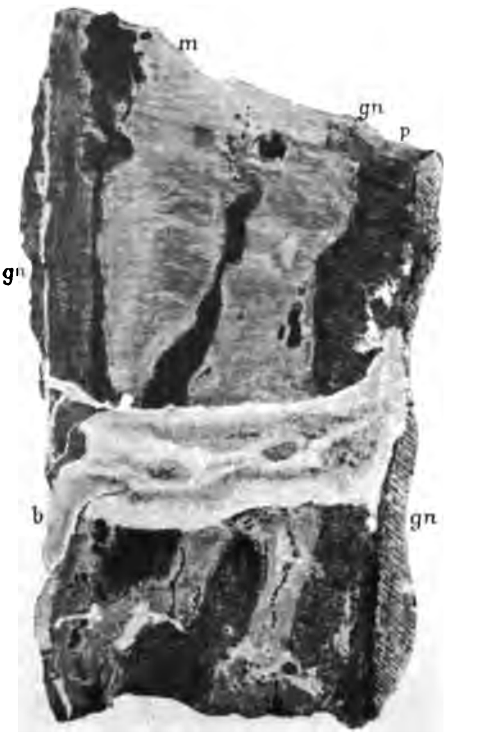


Fig. 127. *Gangbild des Komet Stehenden (carbonspäthige Bleierzformation) n. d. N. mit einem Quertrum.*

gn Gneiss, m Manganspath, b Braunspath, p Pyrit, Blende und Bleiglanz.



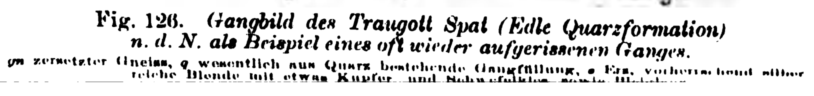


Fig. 126. *Gangbild des Traugott Spat (Edle Quarzformation) n. d. N. als Beispiel eines oft wieder aufgerissenen Ganges.*

gn zersetzter Gneiss, q wesentlich aus Quarz bestehende Gangfüllung, e Erz, vorherrschend silberreiche Blende mit etwas Kupfer- und Schwefelkies sowie Bleiglanz.

röthlichen Manganspath mit Blende, Bleiglanz und Schwefelkies dargestellt wird.

Mit Wiederaufreissungen von schon mit Erz gefüllten Spalten hängt auch das Vorkommen sogenannter falscher Salbänder zusammen, die in den Anfangsstadien eines Gangabbaues zu Irrthümern verleiten können. S. F. Emmons[1]) warnt die amerikanischen Bergleute ausdrücklich vor solchen[1]). Man folgt mit seinen Strecken einer Ablösungsfläche, weil man sie für die Begrenzungsfläche des ganzen Ganges hält, und weil sie ausserdem das Hereingewinnen der aufgeschlossenen Erze ausserordentlich erleichtert. Durchbricht man aber endlich doch einmal querschlägig die seitlich längs dieser Fläche anstehenden Massen, Letten oder zerrüttetes Nebengestein, so stösst man auf ein zweites, dem bisher abgebauten paralleles, vielleicht noch viel reicheres Gangtrum, das bis dahin ganz unbeachtet gelassen war. Das scheinbar den Gang abschliessende Salband war also nur eine Wiederaufreissungsfläche in der Mittellinie des Ganges gewesen.

l) Die Füllung der Gangspalten.

Wie schon bei der Entwicklung der Definition des Begriffes Erzgang hervorgehoben worden ist, sind Gangspalten verhältnissmässig selten lediglich mit Erzen und Gangarten erfüllt. Am häufigsten ist das noch bei den einfachen Gängen der Fall (vgl. S. 121). Meist betheiligen sich ausser den Erzen und Gangarten (nicht metallischen Mineralien eines Ganges) auch noch zahlreiche Fragmente des Nebengesteins in den verschiedensten Stadien der Zerkleinerung, Zerreibung und Zersetzung an der Zusammensetzung der Gangfüllung. Bei den zusammengesetzten Gängen ist das sogar die Regel. Diese Nebengesteinsmassen innerhalb des Ganges, das „Ganggestein“, herrschen manchmal geradezu vor.

Die Structurverhältnisse des Ganggesteins sind schon bei der Schilderung der Verwerfungsspalten, in denen es ja auch angetroffen wird, ausführlich geschildert worden (S. 150). Seine Verbandsverhältnisse mit den Erzen und Gangarten werden weiter unten berührt werden.

Die am meisten verbreiteten Gangarten sind der Quarz und die Carbonspäthe (Kalkspath, Braunspath, Dolomit, Magnesit, Manganspath, Mangankalkspath), ferner Schwerspath und Flussspath. Seltener sind Zeolithe, Gyps, Orthoklas, Lithionglimmer, Chlorit und andere, die bei der Schilderung der Gangtypen noch genannt werden sollen. Man pflegt gewöhnlich anzunehmen, dass eine Anzahl nicht metallischer Mineralien auf Gängen stets abwesend sind, und benutzt ihre Gegen-

[1]) S. F. Emmons. *On the origin of fissure veins.* Proceed. of the Colorado Scientif. Soc., 1887, S. 200.

wart als Indicium gegen die echte Gangnatur eines erzführenden Gebildes. Doch muss man solche Regeln mit Vorsicht benutzen, denn schon wiederholt sind von diesen Mineralien gewisse schliesslich doch mit Sicherheit von Gängen nachgewiesen worden. Dies gilt z. B. für den Strahlstein, der nach W. Möricke[1]) zusammen mit Tremolith und neben Quarz und Kalkspath als regelmässige Gangart auf den goldführenden Kupfererzgängen von La Higuera in Chile, nach W. Lindgren auf den Kupfererzgängen von Rossland in Britisch-Columbia[2]) anzutreffen ist. Auch ist die Verbreitung des früher Gängen als fremd betrachteten Granat jetzt wenigstens in gangähnlichen Erzkörpern nachgewiesen worden[3]). Früher schon hatte ihn G. F. Becker in appalachischen Goldquarzgängen erwähnt[4]).

Die auf Gängen einbrechenden verschiedenen Erze werden wir bei der Beschreibung der Gangtypen aufzählen.

m) Die Gangstructuren.

Es liegt auf der Hand, dass die den Aggregaten der einzelnen Gangarten und Erze eigenthümlichen Ausbildungsformen, wie z. B. die so häufig grobblätterige Entwicklung des Kalkspathes, die stengelig-faserige Ausbildung des Pyrolusites u. s. w., auch auf die Gesammtstructur des Ganges von Einfluss sein werden, wenn ein einzelnes solches Mineral in diesem vorwaltet. In der Regel aber nehmen an der Zusammensetzung der Gangfüllung mehrere Gangarten und Erze Theil, die Gesammtstructur ist dann das Resultat aus der Verwachsungsart aller dieser Bestandtheile untereinander. Die Verwachsungsart der Gangmineralien, soweit sie mit dem blossen Auge erkennbar ist, hat man schon seit der Zeit G. A. von Weissenbachs sehr gut studirt. Recht wenig weiss man aber noch von der mikroskopischen Structur, obwohl Kenntnisse hiervon sehr grosse Bedeutung für genetische Schlüsse haben könnten. Hier hat die Forschung noch ein weites Feld vor sich. Bis jetzt hat man fast allein den Goldquarzgängen in dieser Hinsicht Interesse geschenkt. Wir kommen mehrfach darauf zurück.

Folgende typische Gangstructuren lassen sich aus der grossen Mannigfaltigkeit der Vorkommnisse herausheben:

---

[1]) W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupfererzlagerstätten in Chile.* Freiburg i. B. 1897. S. 27.

[2]) Trans. Am. Inst. Eng. Min. 1900, Febr., p. 33.

[3]) R. Beck. *Beiträge zur Kenntniss von Brokenhill.* Z. f. pr. G. 1899, S. 65—71.

[4]) 16th Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. part III, p. 274.

1. Die richtungslose, massige Structur.

Sie hängt gewöhnlich innig zusammen mit einer derben Ausbildung der Gangarten und Erze und findet sich namentlich auf einfachen Gängen. Beispiele bieten viele Goldquarzgänge, wo die goldhaltigen Pyrite und das Freigold in einer sonst ganz gleichmässigen, derben Quarzmasse sich eingesprengt finden (auch eingesprengte Gangstructur genannt), oder viele Gänge der kiesig-blendigen Bleierzformation, wo oft



Fig. 128.
Gangbild des Rudolf Stehenden (kiesige Bleierzformation) mit vorherrschend massiger Structur n. d. N.
gn zersetzter grauer Gneiss, *q* Quarz, *b* silberhaltiger Bleiglanz, *s* Schwefelkies.

die ganze Spalte mit derbem Erz erfüllt ist. Wir geben hierzu die Abbildung des Rudolf Stehenden auf der Grube Himmelfahrt bei Freiberg (Fig. 128). Der Gang besteht hier fast durchweg aus derbem Bleiglanz. Nur an den Salbändern, wo sich ein Quarzband zeigt, verliert er seinen rein massigen Charakter. Ein gutes Beispiel von rein massiger Structur bilden auch die kleinen Gänge von derbem Buntkupferkies im Gneiss von Hvidesöe (Hvideseid) in Norwegen.

2. Die Lagen- oder Krustenstructur.

Diese durch Anordnung der einzelnen Bestandtheile in mehr oder weniger scharf abgegrenzte Lagen erzeugte Structur ist eine der häufigsten Gangstructuren. Wo sie auftritt, dient sie zur Unterscheidung eines Vorkommens von den ja übrigens seltenen, erzführenden Eruptivgängen, bei denen sie fehlt. Auch von der durch Schichtung im gewöhnlichen Sinne erzeugten Lagenstructur der sedimentären Lagerstätten ist sie in ihrer typischen Form leicht zu unterscheiden.

Die einzelnen Krusten sinken oft bis zu grosser Feinheit herab und pflegen dann in sehr grosser Zahl zugegen zu sein, so besonders auf manchen Gängen der barytischen Bleierzformation im Erzgebirge. Wir bilden als Beispiel eine Stufe vom Friedrich Spat des ehemaligen Segen Gottes Erbstolln zu Memmendorf bei Oederan im Erzgebirge ab. Die einzelnen zarten Krusten bestehen hier aus dichtem Schwerspath, Flussspath, Zinkblende und Bleiglanz (Fig. 129).



Fig. 129.
Gangbild des Friedrich Spat (barytische Bleierzformation) mit ausgezeichneter Lagenstructur n. d. N.

Sind bei dieser Gangstructur die einzelnen Mineralindividuen einer Kruste langgestreckt und stehen sie senkrecht zur Krustenfläche in der Weise, dass die Krystallenden in die nächstfolgende Kruste oder auch in einen freien Drusenraum hinein ragen, so entsteht als Untergattung die nur auf Erz- und Mineralgänge beschränkte Kammstructur (comb-structure engl.). Die primären Quarzlagen des Traugott Spat auf Fig. 126 S. 184 lassen sie gut erkennen, wie überhaupt viele Gänge der Edlen Quarzformation. Auch auf der in Fig. 133 abgebildeten Gangbreccie vom Lade des Bundes Flachen der Grube Himmelsfürst

tritt sie an den einzelnen Fragmenten sehr gut hervor, veranlasst durch Quarzstengel, die in das dunkle Blendeband hineinragen.

Mitunter findet sich eine symmetrische Ausbildung der Krustenstructur, wobei von jedem Salband aus nach der Gangmitte zu die Reihenfolge der mineralogisch verschiedenen Krusten von einem bestimmten Gesetz beherrscht wird. Sehr verbreitet ist dieser symmetrisch-krustenförmige Aufbau bei den Gängen der barytischen Bleierzformation und der Edlen Bleierzformation des Freiberger Reviers, auch bei vielen Zinnerzgängen des Erzgebirges. Die symmetrische Aufeinanderfolge kann sich hier mehrfach wiederholen. Ein in alle Lehrbücher übergegangenes, prachtvolles Beispiel hat uns G. A. von Weissenbach[1]) in seinem hier in Fig. 130 wiedergegebenen Bilde des Drei Prinzen Spat der Grube Churprinz überliefert. Das betreffende Gangstück stammte von der 4. Gezeugstrecke aus der Nähe des Friedrich Stehenden. Man unterscheidet daran von den Salbändern herein gegen die Mitte zu folgende krystalline Ganglagen:

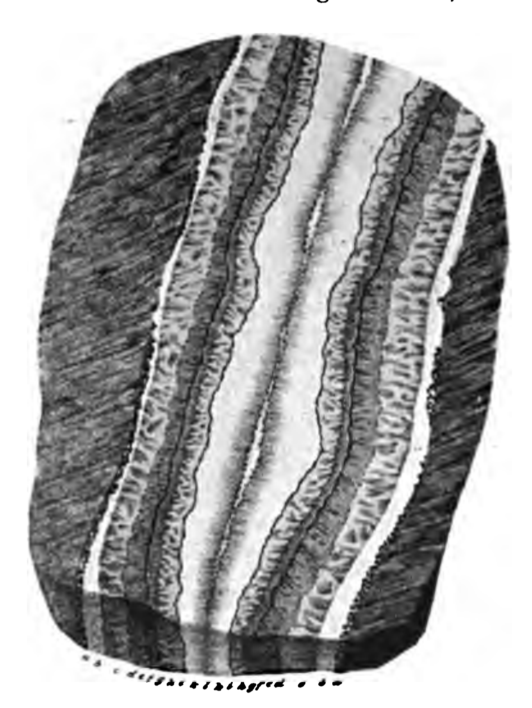


Fig. 130.
Gangbild des Drei Prinzen Spat (barytische Bleierzformation) mit symmetrischer Krustenstructur nach G. A. von Weissenbach.

a braune Blende;
b weissen Quarz;
c spargelgrünen Flussspath;
d ein nur aus vereinzelten Kryställchen und Punkten bestehendes, höchst zartes Säumchen von brauner Blende;
e schmutzig fleischrothen, krummschaligen Schwerspath;
f einen schmalen Saum Strahlkies;

---

[1]) G. A. von Weissenbach. *Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächs. Erzgebirge.* Mit 32 lithogr. Tafeln. Leipzig 1836. Taf. 12. S. 27.

g Schwerspath, wie *c*;
h Flussspath, wie *c*;
i Strahlkiessaum, wie *f*;
k weissen Kalkspath;
l licht weingelben Kalkspath, in der Mitte zum Theil kleine Drusen bildend.

Der Gang durchsetzt Gneiss.

Die Fälle, bei denen die Symmetrie bei einer so grossen Anzahl von Krusten ohne Abweichung zu erkennen ist, sind ziemlich selten. Ausnahmen mussten entstehen, wenn der Absatz aus Lösungen erst nur auf der einen Fläche eines Ganges erfolgte, dann später auf beiden zugleich oder umgekehrt. Die chemische Reaction bereits vorhandener Krusten auf die circulirenden Lösungen kann ebenfalls solchen Wechsel hervorrufen. Auch Wiederaufreissungen der Gangspalte nicht genau in der Mittellinie sind die Ursache, dass die nach ihnen folgenden Krusten die Symmetrie stören. Sicher nachweisbar ist dieser Fall bei dem in Fig. 131 nach G. A. von Weissenbach's Fig. 9 wiedergegebenen Gangbilde vom Frischglück Stehenden auf der Grube Alte Hoffnung Gottes zu Klein-Voigtsberg. Hier sind successiv von rechts nach links fortschreitend Neuaufreissungen und dementsprechend neue Doppelkrusten entstanden, die zu der ältesten Gangpartie zur Rechten nicht symmetrisch liegen konnten. Dahingegen ist es bei den in grosser Tiefe unter der Erdoberfläche durch aufsteigende Wasser entstandenen Gängen ganz unmöglich, dass die Neigung der Gangfläche hierbei mit den Ausschlag gab, dass etwa die Lösungen nur

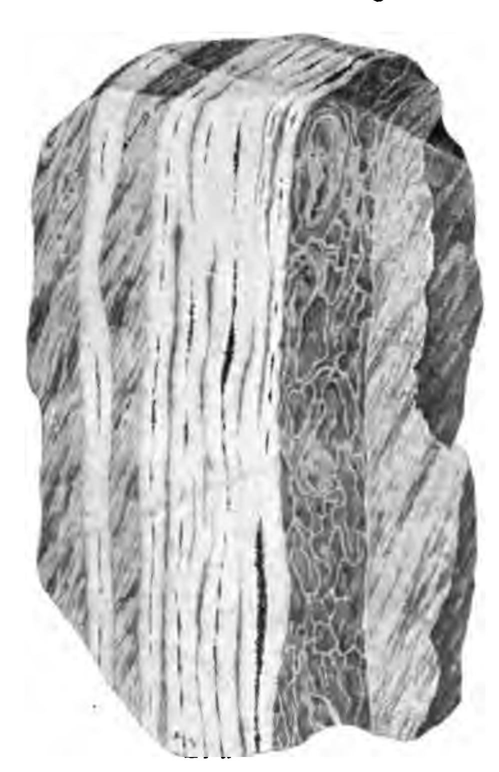


Fig. 131.
Gangbild des Frisch Glück Stehenden (edle Quarzformation) nach G. A. von Weissenbach.

auf der liegenden Kluftwand ihren Lauf genommen hätten. Waren doch solche Spalten nothwendig völlig von Wasser erfüllt. Nur in der Zone oberhalb des Grundwasserspiegels ist eine solche einseitige Berieselung denkbar, wie das F. Pošepny mit Recht betont hat[1]).

Die Form der Krusten richtet sich immer nach der Form der Wände des Hohlraumes. Diese wird am schärfsten daher von den ältesten unmittelbar auf dem Nebengestein aufliegenden Krusten wiedergegeben. Man kann unterscheiden:

a) ebenkrustenförmige
b) concentrisch-krustenförmige } Gangstructur.

Die erstere ist die vorherrschende bei annähernd geradflächig umgrenzten Gangräumen. Die zweite findet sich auf Buckeln der Kluftflächen, noch schöner aber um Fragmente des Nebengesteins oder einer älteren Gangfüllung herum, die in eine von Neuem geöffnete Kluft geriethen. Endlich kann sie zu Stande kommen bei der schliesslichen Ausfüllung von leeren, rundlichen Räumen, die von der ehemaligen offenen Gangkluft noch übrig geblieben waren, wie sie denn auch bei den Höhlen füllenden Erzmassen in Kalksteinen und Dolomiten sehr gewöhnlich ist.



Fig. 132.
Concentrisch-krustenförmige Structur am Drei Prinzen Spat (barytische Bleierzformation) n. d. N.

Ein schönes Beispiel von concentrisch - krustenförmiger Structur am Salband eines Ganges illustrirt Fig. 132, die ein Belegstück vom Drei Prinzen Spat der Grube Churprinz bei Freiberg darstellt. Die Mittelpunkte der Schalenbildung geben hier Bleiglanzaggregate ab, um die sich äusserst feine Schwerspathlagen und Flussspathkrusten legen. Die nierenförmig gebogenen, hundertfach übereinander liegenden Barytlagen mancher Freiberger Gänge verglich

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* S. 78.

C. F. Naumann mit Recht mit Bildungen des Travertins oder des Sprudelsteines.

Die allmähliche Ueberkrustung von ursprünglich losen Fragmenten innerhalb der Gangräume lässt sich zuweilen Schritt für Schritt verfolgen. Zunächst gewahrt man einen nur spärlichen Ansatz von Mineralien, sodass die Fragmente noch nicht fest untereinander verkittet sind. Solches sieht man an den nur ganz unvollkommenen, durch jüngeren Quarz, Scheelit und Flussspath verbundenen Quarzbreccien mancher Zinnerzgänge von Zinnwald, an den mit Baryt lose verkitteten Glimmerschieferbrocken des Eduard Spat der Grube Himmelsfürst, den mit Psilomelan schwach zusammengeleimten Quarz-



Fig. 133. *Breccienstructur am Lade des Bundes Flachen zu Himmelsfürst bei Freiberg* n. d. H.

fragmenten vom Neugeboren Kindlein Flachen zwischen Wolkenstein und Marienberg u. s. f. Dann kann eine völlige Cementirung zu Stande kommen, aber ohne Andeutung einer Lagenstructur. Solche einfache Gangbreccien sind in allen grösseren Ganggebieten, wie zu Freiberg, auf dem Oberharz und bei Přibram eine ziemlich häufige Erscheinung. Das Bindemittel wechselt natürlich nach dem Charakter des betreffenden Ganges seine Beschaffenheit. So findet man z. B. bei Přibram häufig dunkle Schieferfragmente verkittet durch Zinkblende, Braunspath und Quarz. In anderen Fällen sind es nicht Bruchstücke des Nebengesteins, sondern Fragmente einer älteren Gangfüllung, die das Material der Breccie bilden. Recht gut zeigt dies das auf Fig. 133 zur

Darstellung gebrachte Vorkommniss vom Lade des Bundes Flachen (S. Gezeug-Strecke 1884). Hier liegen in einem drusigen Bindemittel, von Braunspath eingebettet, scharfkantige, plattige Fragmente von zersetztem Gneiss und einer älteren, krustenförmig aus Quarz, Blende und Bleiglanz aufgebauten Gangfüllung. Der spröde Bleiglanz ist völlig zerkleinert.

Besteht das Bindemittel aus verschiedenen Erzen und Gangarten, und sind diese in Krusten ausgebildet, so kommen **Ringel- oder Cocardenerze** zu Stande. Im Freiberger Gebiet kennt man solche



Fig. 134.
Ringelerz von der Grube Ring und Silberschnur am Harz
n. d N.

„Sphärengesteine", wie sie früher gern genannt wurden, besonders vom Peter Stehenden auf der Grube Alte Hoffnung Gottes und vom Helmrich Spat der Grube Gesegnete Bergmanns Hoffnung. Nirgends aber sind sie so herrlich entwickelt, wie auf dem Oberharz, besonders auf der Grube „Ring- und Silberschnur" bei Zellerfeld. Dieser ist das in Fig. 134 dargestellte Gangstück entnommen. Es zeigt Bruchstücke von quarzitischem Sandstein und dunklem Schiefer, eingehüllt in Bleiglanz, Zinkblende und Quarz. Prüft man bei den Ringelerzen die Folge der einzelnen Krusten, so findet man, dass diese übereinstimmt mit der Succession der einzelnen Lagen an den Wandungen

der betreffenden Trümer und Gänge. Ein Vergleich der beiden Figuren 135 und 136 nach A. v. Groddeck[1]) lässt diese Gesetzmässigkeit sofort erkennen.

Zuweilen ist die erste Kruste um die Fragmente herum so scharf von den folgenden abgehoben, dass man sie selbst als zu den Bruchstücken zu rechnen in Versuchung kommt. So besteht nach Phillips-Louis[2]) der Haupterzgang von Huelgoët in der Bretagne scheinbar aus Quarzgeröllen, die untereinander durch Blende, Pyrit, Quarz und Bleiglanz verkittet sind. In Wahrheit sind diese Gerölle Schieferfragmente,

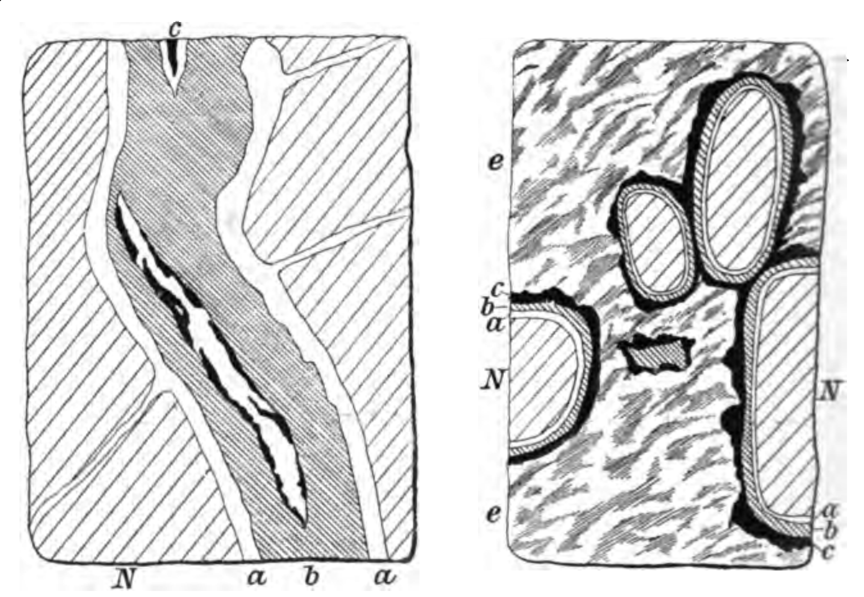


Fig. 135. Fig. 136.

Gangstücke von der Grube Bergmannstrost nach A. von Groddeck.

N Nebengestein, *a* Quarz, *b* Bleiglanz, *c* Zinkblende, *e* Kalkspath.

die concentrisch-schalig von faserigem Chalcedon ähnlichem Quarz umgeben werden.

Ueberhaupt kommt die strahlige Structur sehr häufig bei den einzelnen Krusten der Ringelerze vor, bei Quarz besonders, der dann dem Sternquarz ähnlich entwickelt sein kann.

Oft bemerkt man auf Querbrüchen solcher Ringelerze gar keine Berührungspunkte der Bruchstücke und hat mit A. v. Weissenbach[3])

[1]) A. von Groddeck. *Die Lehre von den Lagerstätten der Erze.* S. 64.

[2]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* p. 88.

[3]) G. A. von Weissenbach. *Abbildungen merkw. Gangverhältnisse.* 1836. S. 22.

und Reich geschlossen, dass die ursprünglich sich berührenden Fragmente durch die Krystallisationskraft der später ausgeschiedenen Mineralien auseinander getrieben seien, wie die Bruchstücke des Alten Mannes im Sauberg bei Ehrenfriedersdorf nach C. F. Reich[1]) durch die Krusten der gefrierenden Tagewässer. Der Vorgang ist ja an und für sich physikalisch sehr wohl denkbar. Aber es mag sein, dass in manchen Fällen Berührungspunkte nur deshalb nicht gefunden worden sind, weil die Beobachter nicht genug parallele Schnittflächen zur Verfügung hatten (F. Pošepny, Genesis, S. 88).

Das Alter der Ringelerze ist zum Theil noch ein sehr jugendliches. Ja, es giebt sogar Fälle, wo sie noch vor unseren Augen in Entstehung begriffen sind. In dieser Beziehung weist F. Pošepny auf die Quecksilber-Lagerstätte Sulphur Bank in Nevada hin, wo durch noch fortdauernde Quellabsätze Bruchstücke von Basalt, Sandstein und Schiefer concentrisch mit Zinnober umkrustet werden.

Tritt die concentrisch-krustenförmige Structur bei Höhlenfüllungen auf, so ist hier die auch im Kleinen gebogene Form der Wandung der Anlass der Entstehung. Es sei nur erinnert an Querschnitte von Achatmandeln, die das deutlich zur Schau tragen. Die Krusten können hierbei gleichmässig alle Theile der Wandung überziehen, oder die lagenförmigen Absätze finden sich nur am Boden, oder endlich beide Fälle sind mit einander combinirt. Sehr gute Beispiele für derartige Höhlenfüllungen bieten die Zink-Bleilagerstätten von Raibl dar (siehe weiter unten) mit der bekannten Schalenblende, die aus dünnen Lagen von dichter Zinkblende und von Bleiglanz aufgebaut ist.

Sowohl auf Gängen, wie in Höhlen, finden sich zuweilen Drusen, das sind offene Räume, in die hinein von den zuletzt gebildeten Krusten aus Krystalle ragen. Nicht immer sind die Drusen die letzten Reste des nicht völlig ausgefüllten Hohlraumes, sondern vielmehr entstanden durch eine secundäre Auslaugung von älteren Krusten oder Auflösung von Nebengesteinsfragmenten. Derartige Gebilde sind sogar auf schichtigen Lagerstätten möglich, wie z. B. Drusen entstanden durch Auslaugung von Anhydrittafeln und späteren Absatz von Kalkspath auf Gypslagerstätten. Im Allgemeinen aber sind Drusen für Hohlraumfüllungen bezeichnend.

Ihre Dimensionen sind z. Th. ganz bedeutende, auf Freiberger Gängen bisweilen so gross, dass man den Kopf hineinstecken kann. Gewöhnlich sind sie in der Mittellinie des Ganges gelegen (siehe auch S. 183).

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* S. 89.

Die frei auf den Drusenwänden aufsitzenden Mineralien lassen genauer noch als die eigentliche, zusammenhängende Füllung eines Ganges eine bestimmte Reihenfolge in der Ausscheidung der einzelnen Erze und Gangarten, oft mehrerer Generationen derselben erkennen. Doch dürfte man mit Schlüssen aus solchen Beobachtungen vorsichtig sein müssen. Die Entstehung der Drusenmineralien entfällt vielfach auf eine viel spätere Zeit, als wie die eigentliche Gangfüllung, hat sie doch zum Theil sicher noch heute ihren Fortgang. Jedenfalls aber hat sie sich zum Theil unter anderen physikalischen und chemischen Vorbedingungen vollzogen, als wie die eigentliche Gangfüllung, zu einer Zeit, als der betreffende Gangabschnitt in Folge oberflächlicher Ab-



Fig. 137.
Gruppe von Quarzkrystallen, einseitig mit Braunspath überkrustet
n. d. N.

tragung des Gebirges bereits über den Grundwasserspiegel gerückt war. Haben wir allen Grund zu glauben, dass die offenen Gangspalten in grösserer Teufe, unter dem Grundwasserspiegel, mit Lösungen ganz erfüllt waren, so braucht dies nicht immer mehr zuzutreffen für die letzten noch nicht ausgefüllten Reste jener Spaltenräume im Stadium der Drusenbildung. Hierfür spricht namentlich sehr die nicht seltene, z. B. auf den Freiberger Gängen recht häufige Erscheinung, dass grössere Krystalle der Drusen nur einseitig mit jüngeren Mineralbildungen überkrustet sind. So sind die grossen Quarze des Drei Brüder Morgengang

der Grube Gesegnete Bergmanns Hoffnung zu Obergruna nur einseitig mit Braunspath und anderen Carbonaten besetzt (siehe Fig. 137), desgleichen die Quarze vom Selig Trost Flachen von Himmelfahrt bei Freiberg nur auf einer Seite mit Ankerit und Pyrit belegt. Es sind das Verhältnisse, die nur erklärbar erscheinen, wenn man annimmt, dass hier absteigende Lösungen die Drusenräume durchsickerten, wobei nur die abwärts schauenden Flächen neue Ausscheidungen empfingen, wie wir es bei Eiskrusten am Dachrand sehen.

Solche Neuausscheidungen nehmen dort, wo die Wasserhaut die Adhäsion überwindet und, der Schwerkraft folgend, dem tiefsten Punkte zugedrängt wird, in den mit Gasen oder Luft erfüllten Drusenräumen die Form von Stalaktiten an. Das eigentliche Gebiet dieser Wachsthumsformen[1]) sind die unregelmässigen Höhlenfüllungen; besonders die Zink-Bleilagerstätten in Dolomiten und Kalksteinen bieten gute Beispiele dar. In Raibl kamen bis 10 cm lange Stengel vor, die aus vielen zarten, concentrischen Krusten von Bleiglanz, zuweilen auch zugleich aus solchen von Zinkblende und Schwefelkies bestanden. Die Achse bildete häufig eine Höhlung, sodass man durchblasen konnte. Diese Bleiglanzstalaktiten befanden sich allerdings nicht mehr an der Decke der Hohlräume, sondern waren herabgefallen und in später ausgeschiedenem Dolomitspath eingebettet worden. Sie müssen in verschiedenen Stadien ihres Wachsthums abgebrochen worden sein, denn die Succession der einzelnen Krusten ist nicht bei allen die ganz gleiche.

Auch die von Raibl, von den Zinklagerstätten der Gegend von Aachen u. a. O. bekannte Schalenblende ist zum Theil eine Stalaktitenbildung. Es handelt sich hier um Stalaktiten von hemisphärischer Form oder auch um unregelmässig nierige und traubige, an der Decke von Höhlen gebildete Massen von sehr fein concentrisch-schaligem Aufbau aus Lagen von Blende und Bleiglanz, sowie auch von Schwefelkies. Am schönsten entwickelt sind diese Schalenblenden auf der Grube Schmalgraf bei Moresnet. Fig. 138, S. 198 giebt das Bild des Querschnittes eines plumpen Stalaktiten der dortigen Schalenblende.

Bei Wiesloch in Baden fanden sich früher sehr lange Stalaktiten von Galmei und von Bleiglanz, die in ihrer Form und Gruppirung ganz an die aus Kalksinter bestehenden in den Tropfsteinhöhlen erinnern. Aehnliche kommen in der Galmeigrube Catavera in Spanien vor. Die

[1]) J. de Lafontaine hat die Stalaktitenform im ganzen an 81 Mineralspecies nachweisen können, von denen die Mehrzahl auf Erzgängen gefunden wird (Beitrag zur Kenntniss stalaktischer Vorkommnisse und deren Genese. Bern 1882).

Freiberger Sammlung besitzt von dort einen schönen, schlanken, schneeweissen Zinkspathstalaktiten von 0,25 m Länge ohne die abgebrochene Spitze.

Aber auch in Drusen von Gängen sind Stalaktitenbildungen bekannt. Am häufigsten treten sie auf bei Mangan- und Eisenerzen, besonders bei Psilomelan und Brauneisenerz. Als Beispiele seien erwähnt die Stalaktitengruppen von Psilomelan von dem Spatheisenerzgang der Grube Luise bei Horhausen (siehe Fig. 139) und den Eisenerzgängen der Gegend von Schwarzenberg im Erzgebirge. Solche von Brauneisenerz finden sich auf den Gängen des Siegener Landes und denen von Aue im Erzgebirge. Stalaktiten von Schwefelkies traf man an bei Freiberg auf



Fig 138.
Querschnitt durch einen Stalaktiten von Schalenblende von Moresnet n. d. N. in $^2/_3$ Gr.
b Bleiglanz, *p* Pyrit, *z* Zinkblende, äussere Kruste Limonit.



Fig. 139.
Psilomelan-Stalaktiten aus der Grube Luise bei Horhausen n. d. N.

dem Johannes Stehenden von Himmelsfürst, von Leberkies auf dem Lade des Bundes Flachen daselbst. Wir besitzen endlich eine von H. Müller gesammelte Gruppe von Markasitstalaktiten aus dem Abbau auf dem Drei Prinzen Spat der Grube Churprinz bei Freiberg (über der 6. Gezeugstrecke vom Friedrich St. in W. ungefähr 230 m unter Tage). Da Gangklüfte in solcher Tiefe weit unter dem Grundwasserspiegel stehen, müssen sich diese Stalaktiten nur innerhalb eines von Gas erfüllten oder luftleeren Drusenraums gebildet haben, was ihrer Erklärung grosse Schwierigkeit bereitet.

Das merkwürdigste Vorkommen dieser Art sind aber jedenfalls die von F. Pošepny[1]) beschriebenen Stalaktiten der Grube Mátyas Kiraly zu Verespatak in Ungarn, die wir hier abbilden (Fig. 140). Sie sind äusserlich ganz besetzt mit kleinen Quarzkryställchen, im Innern wechseln Lagen von Kalkspath mit solchen von Rhodonit, und in der Mittellinie laufen kantige Golddrähte herab, die manchmal am unteren, sanft gerundeten Ende dieser Zapfen herausstehen.

Hier muss auch der bis 7 cm langen Stalaktiten von krystallinem Quarz (bez. Chalcedon) gedacht werden, die H. Müller[2]) aus einem Drusenraum eines Kobalterzganges von Schneeberg beschrieben und abgebildet hat.

Die Stalaktiten haben im allgemeinen ebenso wie die einseitig überkrusteten Krystalle als Merkmale einer absteigenden Bewegung von Lösungen auf den Gangspalten zu gelten, wie dies besonders von A. Schmidt[3]) für die Vorkommnisse von Wiesloch betont worden ist. Denkbar ist ja der Fall, auf den F. Pošepny[4]) im Gegensatz zu dieser Erklärung Gewicht legt, dass unter einem gewissen Druck auch aufsteigende Lösungen durch Oeffnungen der Decke von Hohlräumen in diese hineingepresst werden, wenn die Sohle und die Seitenwände nicht durchlässig sind. Diese Entstehungsart liegt aber jedenfalls sehr selten vor, wie vielleicht bei dem oben erwähnten Vorkommniss von Churprinz.



Fig. 140. *Querschnitt durch einen Stalaktiten von Verespatak* nach F. Pošepny.

g Gold, *c* Calcit, *r* Rhodonit, *q* Quarz, *d* Druse.

Zum Schlusse möge bei der Besprechung von Gangstructuren erwähnt werden, dass auf manchen Gängen inmitten weicher, lettiger Massen, die meist wohl Zermalmungsproducte darstellen, rundliche, knollige Concretionen von Erzen oder Gangarten gefunden werden. Hierher gehören die Knollen von ged. Kupfer in einem Gange der Grube Vesuvio bei Salinas östlich von Mejillones bei Chile, von strahliger

---

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* S. 95.

[2]) H. Müller. *Ueber eine merkwürdige Druse auf einem Schneeberger Kobaltgange.* Z. d. D. G. Ges. 1850, S. 14, Taf. I.

[3]) A. Schmidt. *Die Zinkerzlagerstätten von Wiesloch in Baden.* 1881. S. 94.

[4]) l. c. S. 93.

Zinkblende in der Grube Malhada bei Albergia velha in Portugal, die kieseligen Concretionen im Gangletten des Gott mit uns Stehenden auf Himmelsfürst bei Freiberg. Solche Gebilde konnten nur zu Stande kommen inmitten eines Mediums, dessen Theilchen durch die Krystallisationskraft leicht auseinander gesprengt werden konnten.

n) Die paragenetischen Verhältnisse der gangbildenden Mineralien.

Unter Paragenesis der Mineralien verstand August Breithaupt [1]) „die mehr oder weniger ausgesprochene Weise des Zusammenvorkommens, die Association derselben", wobei er zugleich auch „auf das relative Alter der Körper da, wo eine Succession derselben zu erkennen ist, einen besonderen Werth legte". Schon vor A. Breithaupt hatten übrigens A. Werner, G. A. v. Weissenbach und S. A. W. v. Herder diesen Verhältnissen Rechnung getragen, und spezielle Studien über diesen Gegenstand hatte J. Fournet [2]) veröffentlicht.

Einige Beispiele für eine solche Paragenesis seien nach Breithaupt selbst angeführt. Kupferkies wird stets zu finden sein, wo Wismuthglanz vorhanden ist. Desgleichen sind Magnetkies und Kupferkies, Buntkupferkies, Kupferkies und Schwefelkies immer gesellig vorhanden. Besonders eng verknüpft sind gewöhnlich Flussspath, Topas, Molybdänglanz, Wolfram und Zinnstein, ferner die gemeinen Mangan- und die Eisenerze, Bleiglanz und Zinkblende, die Kobalt- und Wismutherze. Die Paragenesis hat von jeher auch praktische Bedeutung für den Bergmann und für den Prospector in noch unerforschten Gegenden gehabt. Durch Funde gewisser minderwerthiger Erze oder charakteristischer Gangarten wird der Blick des Suchenden geschärft für das Erscheinen werthvoller Begleiter der betreffenden Genossenschaft von Mineralien. Wer in einem Quarzgange Schwefelkies, Arsenkies und Antimonglanz gefunden hat, wird im Ausgehenden meist nicht vergeblich nach gediegen Gold suchen etc.

Ebenso typisch für manche Gänge, wie die blosse Association der Mineralien, ist auch die Art der gegenseitigen Verwachsung, die Succession, deren Erforschung viel Licht über die Entstehungsgeschichte des betreffenden Vorkommnisses verbreiten kann. Durch die gesetzmässige Folge der verschiedenen Krusten, durch das einer bestimmten

---

[1]) A. Breithaupt. *Die Paragenesis der Mineralien.* Freiberg 1849.

[2]) J. Fournet. *Sur le charactère d'association en mineralogie et en géologie.*

Regel gehorchende Aufeinandersitzen auch der Drusenmineralien verräth sich in vielen Fällen bei einem Gange eine fortschreitende Veränderung im chemischen Bestand der Lösungen, die in der Spalte circulirten, vielleicht auch eine Veränderung von Druck- und Wärmeverhältnissen der den Gang liefernden Mineralquellen. Freilich, im einzelnen Falle müssen wir uns gewöhnlich gestehen, dass die eingehendere Deutung dieser Anzeichen zur Zeit noch fast unmöglich ist. Die wichtigen neueren Arbeiten von J. Vater u. a. über den Einfluss der Lösungsgenossen bilden erst den Anfang der exacten Studien, die vorher noch ausgeführt werden müssen, um in diesen Dingen mehr zur Klarheit zu gelangen. Manchmal erscheint die Succession gar launenhaft. So hat sich, wie A. Breithaupt erwähnt, auf der Grube Churprinz in den dortigen schönen Drusen auf den Gängen der barytischen Bleierzformation der jüngere Kalkspath stets den Schwerspath als Unterlage ausgesucht, nie den Eisenkies. „Er ragt von jenem über diesen z. Th. hinweg, als wolle er ihm ausweichen.“ Aehnlich wählte sich auf Bescheert Glück bei Freiberg das neuere Rothgiltigerz in den Drusen lieber das Weissgiltigerz als den Bleiglanz zum Sitz.

Besonders regelmässig kehrt eine bestimmte Succession wieder bei den sächsischen Zinnerzgängen. Hier machten der Quarz und der Lithionglimmer den Anfang. Darauf folgen Topas, Zinnstein und Wolfram, zuletzt erst Flussspath und Scheelit nebst Uranglimmer.

In vielen Fällen scheint die Art der Löslichkeit der Mineralien sich in deren Succession ohne Weiteres auszudrücken. „In vielen Spalten und Hohlräumen sind die Wände mit Quarzdrusen bedeckt, worauf wiederum Krusten von Kalkspath liegen. Der Quarz, als das im Wasser viel schwerer lösliche Mineral, muss sich zuerst absetzen.“ (Tschermak)[1].

Auch die Befunde der Pseudomorphosen werden häufig unsere Urtheile über die Succession klären können. Sehr treffend hebt C. F. Naumann[2]) deren Bedeutung hervor. „Diese rückständigen Monumente ehemals vorhandener, aber jetzt gänzlich oder grossentheils verschwundener Mineralkörper gewähren uns einen tiefen Einblick in die verschiedenen Processe der Bildung und Umbildung, der Zerstörung und Vernichtung, welche innerhalb der Gangräume im Laufe der Zeiten successive stattgefunden haben, und nicht nur eine sehr lange Dauer des Gangbildungs-Processes, sondern auch einen oft vielfachen Wechsel

---

[1]) G. Tschermak. *Lehrbuch der Mineralogie.* 1894. S. 271.

[2]) C. F. Naumann. *Lehrb. der Geognosie.* III. Bd. Leipzig 1866. S. 575.

der dabei wirkenden Ursachen und eine bisweilen durchgreifende Allgemeinheit ihrer Wirksamkeit beweisen." Zuweilen wird beinahe der ganze Mineralbestand von Gängen von der Pseudomorphosenbildung ergriffen. So haben die Schneeberger Silber-Kobalterzgänge ursprünglich als Gangart Kalkspath und Schwerspath gehabt, jetzt sind diese fast durchweg in Hornstein, gemeinen Quarz, Chalcedon und Amethyst umgewandelt. So ist ferner nach W. Lindgren[1]) bei den Silber-Golderzgängen von De Lamar in Idaho die ursprüngliche Gangart Calcit und Baryt von Quarz verdrängt, und gleichzeitig das Nebengestein, ein Rhyolith, theilweise silificirt worden.

Weder die A. Breithaupt'schen Arbeiten noch die früheren von W. J. Henwood[2]) über die Succession der Bestandtheile bestimmter Gangtypen haben übrigens allgemein gültige Gesetze abzuleiten vermocht, und dasselbe gilt für die neueren Studien von F. Sandberger[3]) u. a. Höchstens für beschränkte Gebiete ist das einigermassen gelungen. Der Einfluss der localen Verhältnisse, die Vielheit der gelösten Stoffe und damit die Vielheit der möglichen Reactionen der Substanzen unter sich und mit den Bestandtheilen des Nebengesteins verwickeln die Erscheinung ganz ungemein.

o) Gangformationen und Gangtypen.

Alle die Merkmale, wie sie in der Paragenesis und der Succession sich aussprechen, alle die übrigen geologischen Verhältnisse eines Ganges, seine vorherrschende Structur, die Art seines Nebengesteines, sein Alter, prägen ihm eine mehr oder minder klare Physiognomie auf, die überall dort wiederkehren wird, wo Gänge unter ähnlichen Bedingungen entstanden sind. Dies ist von verschiedenen Seiten benutzt worden, um in die verwirrende Menge von Gangvorkommnissen, deren unausgesetzt neue entdeckt werden, eine gewisse Ordnung zu bringen. Man versuchte, die Gänge nach ihrer Physiognomie möglichst wissenschaftlich zu classificiren. G. A. Werner und nach ihm S. A. W. von Herder, J. C. Freiesleben und A. Breithaupt unterschieden „Formationen", A. v. Groddeck und J. H. L. Vogt „Typen". Diese Versuche stossen aber wegen der verschwommenen Züge in den Gangphysiognomien oft

---

[1]) W. Lindgren. *The Gold- and Silver-Veins of Silver City etc. in Idaho.* U.-S. Geolog.-Surv., 20. Ann. Rep. III, Washington 1900, p. 164 u. 178 ff.

[2]) W. J. Henwood in Trans. Royal Geol. Soc. of Cornwall. V., 1843, p. 214 ff.

[3]) F. Sandberger. *Untersuchungen über Erzgänge.* Wiesbaden 1882. I. S. 96.

auf die grössten Schwierigkeiten. Auch ändert ein und derselbe Gang im Streichen oder Fallen zuweilen seinen Charakter. Bei solchen Veränderungen im Fallen muss freilich streng unterschieden werden zwischen den Verschiedenheiten, die von Anfang an bestanden, und später hinzugekommenen, d. h. zwischen dem primären und dem secundären Teufenunterschied in der Gangphysiognomie, wie das weiter unten ausführlich behandelt werden soll. Auch kommt es wohl vor, dass auf einer Spalte zwei charakteristische Mineralgenossenschaften in räumlich getrennten Gruppen sich angesiedelt haben, wie z. B. bei manchen Gängen auf der Grube Himmelsfürst bei Brand das eine Trum der kiesigblendigen Bleierzformation angehört, das andere der edlen oder braunspäthigen Bleierzformation, wie der Gang von Boccheggiano in Toscana im N. ein typischer quarziger Kupfererzgang ist, im S. der kiesigblendigen Bleierzformation zuertheilt werden muss.

Die Hauptsache bei der Bestimmung eines Ganges nach seiner Formation ist, wie schon A. Breithaupt betont hatte, dass man sein Urtheil nicht auf ein oder wenige Stücke in der Sammlung gründet, sondern vielmehr den Gesammtcharakter des Ganges aus der Untersuchung sehr vieler, wo möglich den verschiedensten Regionen entnommener Stufen ableitet, wo es irgend angeht, auch wieder den Befund an vielen einzelnen Gängen eines ganzen Revieres nach Besichtigung der Vorkommnisse in situ zu einem Gesammtbild vereint. In alten Bergbaugebieten, wie zu Freiberg, auf dem Harz, in Cornwall u. s. w., wo wissenschaftliche Beobachtungen schon seit langer Zeit gemacht und aufgezeichnet worden sind, ist aber schliesslich der Begriff der Formationen nach vielen Wandlungen und zumeist nach späterer Einziehung früherer Unterklassen in wissenschaftlich befriedigender Weise befestigt worden.

Die Idee, die Definition des Grundbegriffes „Gangformation“ rührt von G. A. Werner her, der sich hierüber, wie folgt, ausgelassen hat[1]): „Ich nenne alle Gänge von einer und der nämlichen Entstehung zusammen, sie mögen nahe in einer Gegend beisammen oder weit entfernt von einander in verschiedenen Ländern vorkommen, eine „Gangformation“. G, A. Werner unterschied allein für Sachsen 11 Formationen oder „Niederlagen“, S. A. W. von Herder beschränkte sich im Freiberger Revier auf 5, J. C. Freiesleben kam durch Errichtung von Unterabtheilungen auf 50, A. Breithaupt nahm 20 zur Richtschnur, während A. von Groddeck eine ganze Menge untereinander sehr ver-

---

[1]) G. A. Werner. *Neue Theorie von der Entstehung der Gänge.* 1791. S. 5.

schwimmender Typen aufstellte, die oft nur durch Betonen des localen Auftretens, der Art des Nebengesteins u. s. w. sich halten lassen.

Eine vollständige Zusammenstellung der älteren Litteratur über Gangformationen findet man in der werthvollen Abhandlung von G. A. von Weissenbach[1]) „Ueber Gangformationen".

Bei dem folgenden Ueberblick über die wichtigsten Gangvorkommnisse der Welt werden wir eine Eintheilung zur Anwendung bringen, wie sie in der Hauptsache von A. W. Stelzner bei der Aufstellung der Freiberger Lagerstättensammlung zu Grunde gelegt worden war, und wie sie eng an die alte Freiberger Classification sich anschliesst, die ja auch anderwärts viele Freunde gefunden hat. Die Gliederung der Golderzformationen und manches andere wurde von uns neu aufgestellt.

Wir werden zunächst eine Uebersicht der Kategorien und Unterabtheilungen vorausschicken, sodann eine kurze Charakteristik der einzelnen geben und endlich jedesmal die gedrängte Schilderung von ein paar Beispielen einfügen. Hierzu sollen besonders solche Vorkommnisse gewählt werden, die noch in Blüthe stehenden Bergbaurevieren angehören, also aktuelles Interesse beanspruchen können, oder solche, die zwar jetzt nicht mehr im Abbau begriffen, aber mit glänzenden Epochen der bergmännischen Vergangenheit verbunden sind, vor allem aber solche, die wissenschaftlich gut erforscht sind. Oft wird es unmöglich sein, einzelne Gangformationen bei diesen kurzen Schilderungen aus dem Zusammenhang der übrigen geologischen Verhältnisse des betreffenden Reviers herauszulösen, und es wird versucht werden müssen, ganze Gebiete geologisch mit wenigen Linien zu skizziren.

Uebersicht:

Die Gangformationen und ihre Unterabtheilungen.

A. Formationen mit wesentlich oxydischen Erzen.

I. Gänge der Eisen- und Manganerzformation.

1. Gänge von Spatheisenerz (Spatheisenerzformation).
2. Gänge von Rotheisenerz (Rotheisenerzformation).
3. Gänge von Manganerzen (Manganerzformation).

II. Gänge der Zinnerzformation.

4. Gänge von Zinnerz (Zinnerzformation).

[1]) In Cotta's Gangstudien, I. Bd., S. 1 ff., 1847.

B. Formationen mit wesentlich sulfidischen Erzen.

III. Gänge der Kupfererzformationen.

5. Gänge mit Kupfererzen und den sonst für die Zinnerzformation charakteristischen Gangarten (Turmalin führende Kupfererzformation).
6. Gänge von vorwiegend Quarz mit Kupfererzen (quarzige Kupfererzformation).
7. Kupfererzgänge mit Carbonaten und Quarz nebst Schwerspath und zuweilen auch Flussspath als Gangart (späthige Kupfererzformation).
8. Gänge von Carbonaten und Zeolithen mit gediegen Kupfer (zeolithische Kupfererzformation).

IV. Gänge der Silber-Bleierzformationen.

9. Gänge von vorwiegend Quarz mit silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies und Arsenkies (kiesige Bleierzformation).
10. Gänge von Carbonspäthen mit silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende und edlen Silbererzen (carbonspäthige Bleierzformation).
11. Gänge von Schwerspath und Flussspath mit Bleiglanz, Zinkblende und edlen Silbererzen (barytische Bleierzformation).

V. Gänge der edlen Silbererzformationen.

12. Gänge von Quarz mit edlen Silbererzen (edle Quarzformation).
13. Gänge von Kalkspath mit edlen Silbererzen (edle Kalkspathformation).
14. Gänge mit Kupfererzen und edlen Silbererzen (edle Silber-Kupfererzformation).
15. Gänge mit viel Kobalterzen, Nickel-, Wismuth- und Uranerzen sowie edlen Silbererzen (edle Silber-Kobalterzformation).

VI. Gänge der Golderzformationen.

16. Gänge von vorwiegend Quarz mit Golderzen (Goldquarzformation).
    a) Goldquarzgänge mit vorwiegend Schwefelkies (pyritische Goldquarzformation).
    b) Goldquarzgänge mit Kupfererzen (kupferige Goldquarzformation).

c) Goldquarzgänge mit Antimonglanz (antimonige Goldquarzformation).
d) Goldquarzgänge mit Arsenkies (arsenige Goldquarzformation).
e) Goldquarzgänge mit Kobalterzen (Kobalt-Goldquarzformation).

17. Gänge von Quarz und Carbonaten mit Gold- und Silbererzen (Silber-Golderzformation).
18. Gänge von Quarz und Flussspath mit Golderzen (fluoritische Golderzformation).

VII. Gänge der Antimonerzformation.

19. Gänge von vorwiegend Quarz mit Antimonerzen (quarzige Antimonerzformation).

VIII. Gänge der Kobalt-, Nickel- und Wismutherzformationen.

20. Gänge von Carbonspäthen mit Nickel- und Kobalterzen (carbonspäthige Kobalterzformation).
21. Gänge von Quarz mit Kobalt-, Nickel- und Wismutherzen (quarzige Kobalterzformation).
22. Gänge von wasserhaltigen Nickel-Magnesiasilicaten (hydrosilicatische Nickelerzformation).

IX. Gänge der Quecksilbererzformation.

23. Gänge von vorwiegend Quarz und Carbonaten mit Zinnober und anderen Quecksilbererzen (Quecksilbererzformation).

B. Besondere Schilderung der einzelnen Gangvorkommnisse.

a) Formation mit wesentlich oxydischen Erzen.

α) Gänge der Eisen- und Manganerzformation.

1. Gänge von Spatheisenerz.
(Spatheisenerzformation.)

Die Gänge bestehen wesentlich aus Spatheisenerz nebst Quarz oder Kalkspath, enthalten untergeordnet auch sulfidische Erze, wie

Schwefelkies, Kupferkies u. a. und Schwerspath. Bei der Umwandlung des Spatheisenerzes in den obersten Teufen in Brauneisenstein hat sich ein ursprünglich als Carbonat beigemengter Mangangehalt häufig in Gestalt von Pyrolusit, Manganit, Psilomelan und Wad abgeschieden.

Besonders wichtige Beispiele für diesen Typus finden sich im Unterdevon des rheinischen Schiefergebirges, namentlich des Siegener Landes[1]).

Am bekanntesten unter den dortigen Vorkommnissen, wenn auch bergbaulich zur Zeit nur wenig bedeutend, ist der Stahlberg bei Müsen. Hier ist nach Ad. Nöggerath und anderen[2]) schon seit 1313 ein 12—27 m mächtiger Gang abgebaut worden, der im unterdevonischen Thonschiefer und Grauwackenschiefer aufsetzt. Nach SO. hin wird er durch eine südöstlich einfallende Kluft, den Stuff, abgeschnitten, während er nach NW. hin sich in 3 selbst wieder verzweigte Haupttrümer zerschlägt, die bis auf 145 m Entfernung verfolgt worden sind. Er fällt unter 80° nach O. und besteht fast aus reinem, nur wenig Quarz enthaltendem, derbem Spatheisenerz, dessen hoher Mangangehalt ihn für die Stahlfabrikation sehr geeignet macht. Nur spärlich sind Kupferkies, Schwefelkies, Fahlerz und Bleiglanz beigemengt. Die Salbänder sind wenig scharf, und das Nebengestein wird von Spatheisenstein fein durchtrümert.

Im Jahre 1901 förderten die Gruben des Siegener Landes 854008 t Eisenerz. Im folgenden sind die bedeutendsten Gruben mit den Förderungsziffern für 1901 aufgeführt:

Im Bergreviere Siegen I: Bergwerk Storch und Schöneberg mit 298707 t; die Gruben des Eisenzecher Zuges, die einen 4—10 m mächtigen Gang bebauen, mit 235433 t; Honigsmund-Hamberg mit 53595 t; Brüderbund mit 53435 t.

Im Bergrevier Siegen II: Bergwerk Neue Haardt mit 37220 t; Eisenhardter Tiefbau mit 33689 t; Grimberg mit 30960 t; Gilberg mit 22175 t.

Aehnlich beschaffen sind der von der Grube Luise bei Horhausen im Kreise Altenkirchen bebaute Spatheisensteingang, den Hilt[3]) beschrieben hat, sowie die Gänge, auf denen der Bergbau der Kruppschen Gruben Georg und Harzberg in der Nähe des genannten Ortes umgeht. Hier brechen auch Pyrolusit, Göthit, Manganspath, Kupferkies, Zinkblende, Bleiglanz, Boulangerit und Fahlerz neben dem Spatheisenerz mit ein. Auf der Grube Luise hat Basalt an einer Stelle den Spatheisenstein in Magnetit umgewandelt. Auch im Bergrevier

---

[1]) K. Schmeisser. *Ueber das Unterdevon des Siegener Landes und die darin aufsetzenden Gänge.* Jahrb. d. k. preuss. Landesanst. 1882, S. 48—148.

[2]) Ad. Nöggerath. *Die Grube Stahlberg bei Müsen.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St., XI. Bd., 1863, S. 63. — Th. Hundt, G. Gerlach, F. Roth und W. Schmidt. *Beschreibung der Bergreviere Siegen I und II, Burbach und Müsen.* Bonn 1887. S. 137. Taf. VII.

[3]) Hilt. *Die Eisensteinlagerstätte der Grube Louise bei Horhausen etc.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St., 13. Bd., 1865, S. 13.

Daaden-Kirchen hat die Krupp'sche Hüttenverwaltung auf den Gruben Friedrich Wilhelm bei Herdorf, Bindeweide bei Steinebach, Glücksbrunnen bei Fischbach und Füsseberg bei Biersdorf, im Bergrevier Neuwied auf der Grube Luise bei Uckerath, im Bergrevier Wissen auf der Grube Eupel bei Wissen derartige Spatheisensteingänge im Bau. Allein das Bergwerk Bindeweide förderte 1901 124219 t Erz. Auf der Grube Füsseberg kommen zuweilen schön lagenförmige Gangstructuren vor, veranlasst durch schmale Zinkblendebänder inmitten des Eisenerzes.

Wegen seiner Führung von seltenen Mineralien berühmt geworden ist der Spatheisensteingang der Gruben Friedrich und Eisengarten im Revier Hamm[1]), der im Unterdevon aufsetzt. Dieser Gang enthält auch Nester und Schnüre von geschwefelten Erzen, vorwiegend von Bleiglanz und Kupferkies, daneben auch Zinkblende, Schwefelkies, Buntkupfererz. In dem Spatheisenerzmittel des vom Hauptgange getrennten hangenden Trumes wurde 1884 ein mächtiges Erznest angetroffen, das aus Haarkies, Hauchecornit (ein Nickelwismuthsulfid) und Kallilith (Wismuthantimonnickelglanz) bestand.

In früherer Zeit wurden auch im sächsischen Voigtlande inmitten der paläozoischen Schiefer aufsetzende Spatheisensteingänge abgebaut, so z. B. bei Leubetha unweit von Oelsnitz[2]).

Endlich mögen hier die analogen Gänge erwähnt sein, die nach Faller[3]) die grünen paläozoischen Sericit- und Chloritoidschiefer Oberungarns durchziehen.

Zur Zeit wird namentlich bei Kotterbach in der Zips auf Spatheisenstein gebaut. Die wichtigsten der dortigen WNW. streichenden und steil nach S. einfallenden Gänge sind der Drozdziakower Gang und der Grobe Gang. Ersterer ist stellenweise 25—30 m mächtig, zerschlägt sich aber gewöhnlich in zwei nur 2—6 m mächtige Trümer, wovon das liegende im Spatheisenstein viel Fahlerz und Kupferkies führt in Nestern oder auch parallelen Lagen, während sonst rein massige Structur herrscht. Der grobkörnig-blätterige Grobe Gang enthält neben Eisenspath und Schwerspath auch etwas Quarz und Calcit, sowie viel Kupferkies und Quecksilberfahlerz. Zuweilen verdrängt der Schwerspath den Eisenspath der Gänge

---

[1]) Wolff. *Beschreibung des Bergreviers Hamm a. d. Sieg.* Bonn 1885. — C. Leybold. *Geogn. Beschreibung der Eisenerzgruben Wingershardt, Friedrich, Eisengarten etc.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1882, S. 3—47. — R. Scheibe. *Ueber Hauchecornit, ein Nickelwismuthsulfid.* Jahrb. d. k. preuss. Landesanst. 1891, S. 91 ff.

[2]) R. Beck. *Erläut. zur Section Adorf der geol. Spezialkarte von Sachsen.* 1884. S. 26—27.

[3]) Faller. *Reisenotizen über einige wichtigere Metallbergbaue Oberungarns.* Jahrb. d. k. k. montan. Lehranst. 1867, S. 132.

gänzlich. Nur vereinzelt bricht Eisenglimmer in linsenartigen Partien ein. Im Brauneisenerz der Ausstriche findet man neben Malachit, Azurit und gediegen Kupfer auch Zinnober und gediegen Quecksilber. Die Vorkommnisse kommen nach alledem auch den späthigen Kupfererzgängen sehr nahe (siehe diese).

2. Gänge von Rotheisenerz.
(Rotheisenerzformation.)

Sie bestehen aus dichtem, erdigem und faserigem Rotheisenstein mit Quarz, Hornstein, Eisenkiesel, seltener auch mit Carbonspäthen, Schwerspath und Manganerzen.

Sehr zahlreiche Vertreter hat diese Gangformation im sächsischen Erzgebirge im Contactgebiet der grossen Granitstöcke der Gegend von Schwarzenberg[1]). Einzelne Gänge setzen, wie schon S. 139 erwähnt worden ist, gerade an der Gebirgsscheide zwischen krystallinem Schiefer und Granit auf, andere im Granit selbst. Der wichtigste war der Rothenberger Gang.

Ausser den schon im allgemeinen angeführten Mineralien betheiligen sich an der Zusammensetzung dieser erzgebirgischen Rotheisenerzgänge gelegentlich auch Kupfererze. Bemerkenswerth ist das häufige Vorkommen von Pseudomorphosen von Quarz, Hornstein und Rotheisenerz nach Kalkspath, seltener auch nach Schwerspath, Anhydrit und Flussspath oder von blossen Krystalleindrücken der zuletzt genannten Mineralien. Hiernach hat die Gangfüllung später starke Umwandlung erfahren. Die Structur ist entweder rein massig oder breccienartig. Diese bis 10, ja 20 m mächtigen Gänge gehen über in die tauben Quarzbrockenfelsgänge und -stöcke der Gegend.

Den Eisensteinbergleuten dort waren früher die Ausdrücke rothes, schwarzes oder braunes Trum geläufig. Schon hieraus ersieht man den häufigen Wechsel in der Ausbildung dieser Gänge, in denen bald Rotheisenerz, bald Manganerze, bald Braun- und Gelbeisenerze die Oberhand gewannen.

Aehnliche Gänge sind auch aus anderen Gegenden des sächsischen Erzgebirges bekannt, so von Johanngeorgenstadt, wo noch bis vor kurzem auf böhmischer Seite der Irrgang bei Platten bebaut wurde, ein Fundort ausgezeichnet schönen rothen Glaskopfes, dessen spanförmige Spaltstücke als Rothstifte in der Steinmetzindustrie gesucht sind. Bei Geyer war u. a. die Rother Hirsch Fdgr., bei Schellerhau

---

[1]) Hierüber A. Breithaupt. *Paragenesis.* 1849. S. 195. — H. V. Oppe. *Die Zinn- und Eisenerzgänge der Eibenstocker Granitpartie und Umgebung.* Cotta's Gangstudien. II. 1854. S. 133.

unweit von Altenberg Segen Gottes Erbst. auf solchen Rotheisensteingängen ehemals in Betrieb.

Am Harz, besonders in der Gegend von Zorge, findet man einen etwas anderen Typus: Roth- und Brauneisensteingänge im Diabas, die sicher als Folge einer Lateralsecretion entstanden sind und ausserhalb ihres eigentlichen Nebengesteins, im Kieselschiefer oder in der Grauwacke, rasch vertauben[1]). Die Art ihrer Entstehung wird dadurch angedeutet, dass auch die Zwischenräume zwischen den Kugeln der kugelig abgesonderten, zersetzten Diabase mit Rotheisenstein erfüllt sind.

Bei Andreasberg werden silurische Grauwacken und Thonschiefer von Rotheisensteingängen durchsetzt[2]).

Viele Brauneisensteingänge haben jedenfalls ursprünglich Rotheisenerz geführt, bei anderen ist nicht mehr zu entscheiden, ob dieses oder Spatheisenstein das ursprüngliche Erz gewesen ist, wie z. B. bei den Gängen, die bei Bergzabern in Rheinbayern den Buntsandstein des Hardtgebirges durchsetzen[3]). Kleine Brauneisensteintrümer sind in allen Sandsteingebieten der Welt eine ganz gewöhnliche Erscheinung.

3. Gänge von Manganerzen.
(Manganerzformation.)

Manganerze, vorzüglich Pyrolusit, Psilomelan, Braunit, Manganit, Polianit, seltener Hausmannit und Wad, meist zugleich auch oxydische Eisenerze sind zu Quarz, Schwerspath und Kalkspath als Gangarten gesellt.

In Sachsen finden sich zahlreiche, jetzt aber so gut wie gar nicht mehr aufgeschlossene Vorkommnisse dieser Art in der Gegend von Schneeberg, Aue und Schwarzenberg, die theils im Granit, theils im contactmetamorphen Schiefer der Phyllit- und Glimmerschieferformation aufsetzen und, wie schon S. 209 angedeutet wurde, durch Uebergänge mit den Eisenerzgängen verknüpft waren. Noch in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auf Braunstein bebaut die Gänge auf dem Rothen Felsenstolln und Clarastolln bei Oberschlema[4]) und bis auf die neueste Zeit einige bei Langenberg unweit Schwarzenberg. Früher standen die Gruben Spitzleithe, Führung Gottes u. a. in Blüthe.

---

[1]) A. v. Groddeck. *Erzlagerstätten.* 1879. S. 153.

[2]) H. Credner in der Z. d. d. G. G. 1865, Bd. XVII., S. 208 u. 228.

[3]) B. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 170.

[4]) H. Müller. *Der Erzdistrict von Schneeberg.* Cotta's Gangstudien. III. 1860. S. 154.

In der Gegend von Langenberg trifft man die Gänge der Eisen- und Manganerzformation nach oben hin in directer Verbindung mit sehr eigenthümlichen, schichtig ausgebreiteten Lagerstätten eines Eisen-Manganerzmulmes. Diese Ablagerungen sind theils als Ausfüllungen flacher, beckenförmiger Vertiefungen dem dort herrschenden und von den Gängen durchschnittenen Glimmerschiefer aufgelagert, theils auch bilden sie inmitten der Schiefer Lagerstöcke, welche durch seitliche Imprägnation und metasomatische Verdrängung gewisser Bänke des Nebengesteins entstanden zu sein scheinen (Fig. 141). Sie stehen in engstem Zusammenhang mit mächtigen, oft stockförmig anschwellenden Gängen der Eisen- und Manganerzformation, die wegen ihrer Breccienstructur als Quarzbrockenfelse bezeichnet werden. In der Nähe des Ausgehenden von ein paar auf Gottes Geschick und Stamm Asser am Graul im Glimmerschiefer aufsetzenden Gängen der Kobalterzformation sind die dort aufgelagerten Manganmulmlager zugleich kobalthaltig und umschliessen reiche und zum Theil ziemlich grosse Fragmente von kieseligem Wismuthocker. Diese Gruben hatten im letzten Jahrzehnt eine ziemlich beträchtliche

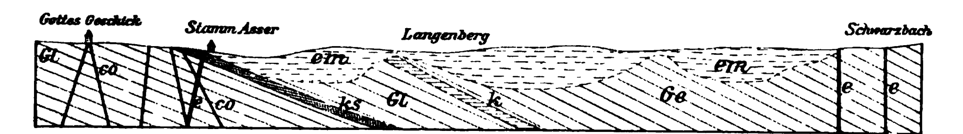


Fig. 141. *Profil von Gottes Geschick nach Schwarzbach* nach H. Müller.

Gl und *Ge* Glimmerschiefer, *ks* Kieslager, *k* Lager von dolomitischem Kalkstein, *em* Eisen-Manganerzmulm und Quarzbrockenfels, *e* Gänge der Eisen-Manganerzformation, *co* Gänge der Silber-Kobalterzformation.

Ausbeute an Wismuth- und Kobalterzen; im Jahre 1898 producirten sie 2726 t dieser Erze. Eine ausführliche Beschreibung dieser Manganmulmlagerstätten findet man bei H. Müller[1]) und bei R. Beck[2]).

Sehr bekannt sind die Manganerzgänge von Ilfeld am Harz. Nach O. Schilling[3]) setzen sie im Hornblendeporphyrit auf, der stellenweise, wie am Möncheberg von ihnen ganz durchtrümert erscheint. Sie sind meist nur wenige cm mächtig und verarmen gewöhnlich schon in 12 m Teufe rasch, nur ausnahmsweise sind sie bis 60 m verfolgt

[1]) H. Müller. *Die Erzgänge des Annaberger Revieres.* Leipzig. 1894. (Erläut. d. geol. Spezialk.) S. 104.

[2]) R. Beck. *Ueber die Erzlager der Umgebung von Schwarzenberg im Erzgebirge.* I. Theil. Freiberger Jahrb. f. d. B.- u. H. 1902, S. 64 ff.

[3]) In Erläuter. zur geol. Spezialk. Blatt Nordhausen 1870, S. 9.

worden. Ihre Füllung besteht aus Manganit, Pyrolusit, Varvicit, Braunit, Hausmannit, Psilomelan und Wad nebst Schwerspath, Kalk-, Braun- und Manganspath. An ihrer Entstehung durch Lateralsecretion dürfte nicht zu zweifeln sein.

Am Thüringer Wald sind die Vorkommnisse am Rumpelsberge und Mittelberge bei Elgersburg bemerkenswerth, die an Porphyr gebunden sind. Diese Gänge, die fast ohne Ausnahme nach NNW. streichen, besitzen gewöhnlich Breccienstructur, und es zeigen sich hier nach H. Credner[1]) die Manganerze fast ohne Begleitung von irgend welchen Gangarten. Zur Zeit ist noch Bergbau darauf bei Arlesberg (Grube Morgenstern) in Betrieb. Am Oerenstocker Felde bei Ilmenau sind andere Gänge bekannt, die theils im Porphyr, theils im Melaphyr aufsetzen, und bei Friedrichsrode bildet ein Melaphyrconglomerat das Nebengestein derartiger Spaltenausfüllungen. Bei Friedrichsrode erscheinen die Gangmineralien nach H. Credner[2]) in ausgezeichnet lagenweiser Anordnung, in den Salbändern parallelen Krusten von 1—3 cm Dicke. Die Manganerze wechseln mit Lagen von Kalkspath, und mit den ersteren ist gewöhnlich Schwerspath verwachsen.

Auch die Manganerzgänge im Granit bei Wittichen im Schwarzwald und die Vorkommnisse in WSW. von Santander im nördlichen Spanien seien kurz erwähnt[3]).

Ganz anderer Art sind die Manganerzgänge an der Veitsch[4]) in Steiermark. Im Hintergrunde der Veitschthäler, speciell am Kaskögerl und Friedelkogel, zeigen sich nach M. Vacek[4]) die Silurkalke von parallel zum Streichen verlaufenden Klüften durchsetzt, die mit Manganerzen erfüllt sind. Nach den Analysen von C. v. John bestehen die letzteren lediglich aus Manganspath. Diese Vorkommnisse wurden früher als Lager aufgefasst.

Auch auf die weiter unten (unter „Primärer Teufenunterschied") zu erwähnenden Gänge von Romanêche in Frankreich sei hingewiesen.

---

[1]) H. Credner. *Geol. Verh. d. Thür. Waldes und d. Harzes.* 1843. S. 130.

[2]) Citirt bei A. Breithaupt. *Paragenesis.* S. 195.

[3]) Vergl. Z. f. pr. G. 1897, S. 90 (nach Head).

[4]) M. Vacek. *Ueber die geol. Verh. des Flussgebietes der unteren Mürz.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1886, S. 459. — C. v. John. Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1886, S. 344.

β) Gänge der Zinnerzformation.

4. Gänge von Zinnerz.
(Zinnerzformation.)

I. Allgemeines.

Die wichtigsten Erze dieser Formation sind Zinnstein, Wolfram, gediegen Wismuth, Arsenkies und Arsenikalkies, Molybdänglanz und Scheelit, seltener brechen ein Zinnkies, Wismuthglanz, Eisenglanz, Eisenspath, Kupferkies und andere Kupfererze, Magnetit, Stolzit (Scheelbleierz), sowie die sicher secundären Skorodit, Pharmakosiderit und Wismuthocker. Unter den Gangarten nehmen die erste Stellung ein Quarz und Lithionglimmer, ferner sind häufig Orthoklas, Gilbertit, Topas und seine stengelige Abart Pyknit, Flussspath, Apatit und Turmalin, seltener kommen Beryll, Herderit PO_4 Ca [Be (OH, F)] und Triplit PO_4 (Fe, Mn) [(Fe, Mn)] hinzu. Die Zinnerzgänge sind gebunden an Granite, die unter ihren normalen Gemengtheilen Lithion haltigen Glimmer und Zinnstein führen, zuweilen auch Silicate mit einem Zinngehalt[1]). Nur wenige Vorkommnisse sind an saure Ergussgesteine, Liparite und Trachyte geknüpft. Die Eruptivmassen, wie auch ihr unmittelbares Nebengestein, werden von den Gängen durchsetzt und sind von den Gangspalten aus eigenthümlich umgewandelt. Ihre Feldspäthe sind hierbei zerstört worden, und an deren Stelle haben sich Quarz, Lithionglimmer, Topas und Zinnstein, oft auch Turmalin abgeschieden. Die so umgewandelten Gesteine zu beiden Seiten der Gänge nennt man Greisen oder Zwitter, wenn sie aus Granit hervorgingen, während für solche, die aus nicht granitischen Gesteinen entstanden sind, nur die Bezeichnung Zwitter angewandt wird. Die obenstehende Fig. 142 giebt

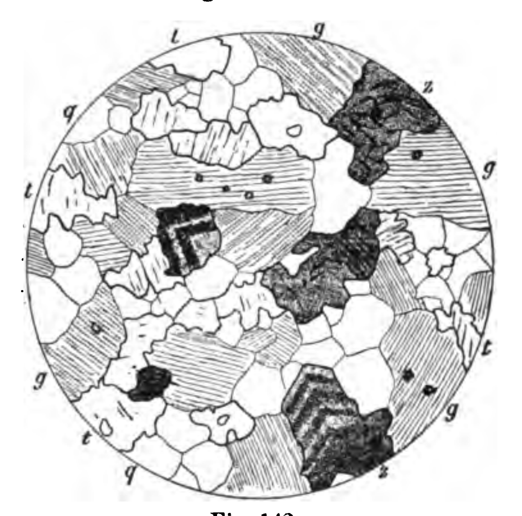


Fig. 142.
Dünnschliff eines Greisen von Bangka
(bei 50facher Vergrösserung).
q Quarz, *g* Glimmer mit dunklen Höfen um Zirkone, *t* Topas, *z* Zinnstein (Z. f. pr. G. 1898, April).

[1]) F. Sandberger. *Zinnsteingänge in Lithiongranit etc.* Unters. über Erzgänge. II. 1885. S. 168.

das Dünnschliffbild eines typischen Greisen wieder und zwar einer grobkrystallinen Varietät. Die Structur des ursprünglichen Gesteines, wie z. B. die porphyrartige mancher Granite, spiegelt sich oft in der Structur der Greisen wieder. Die grossen Feldspatheinsprenglinge haben dann die Hauptanziehungspunkte für die einwandernde Zinnverbindung gebildet, wie die schönen Pseudomorphosen von Zinnstein nach Orthoklas von der Grube Botallack in Cornwall beweisen.

Die meist finger- bis handbreiten, oft aber auch bis 1 m breiten Zwitterbänder sind wegen ihres massenhaften Auftretens trotz grosser Armuth häufig der eigentliche Gegenstand des Bergbaues, während diesen die meist nur schmalen Gangtrümer selbst seltener lohnen. Doch giebt es auch 1—3 m mächtige Zinnerzklüfte, die dann gewöhnlich vorherrschend Quarz enthalten und massige Structur besitzen, nur dort, wo auch viel Lithionglimmer zugegen ist, einen symmetrisch-lagenförmigen Aufbau zur Schau tragen.

Das wichtigste Erz der Formation, der Zinnstein, kommt in mehreren Typen vor: 1. in mehr oder minder vollkommen ausgebildeten Zwillingskrystallen und Krystallkörnern nach einer Fläche von $P\infty$, so in Sachsen und Böhmen; 2. in einfachen säulenförmigen Krystallen der Combination $\infty P \cdot P$ nebst $3 P^3/_2$ u. s. w., so als „Nadelzinn" besonders in Cornwall; auch das glaskopfartige sog. Holzzinnerz von Cornwall und Bolivien gehört nach Becke hierher; 3. in derben, an Eisenpecherz erinnernden Massen, so bisher nur aus Bolivien bekannt.

Ueber die wahrscheinliche Art der Entstehung der Zinnerzgänge vergleiche man das weiter unten Gesagte.

Neben den reinen Typen der Formation giebt es Uebergänge nach der Kupfererzformation, der kiesig-blendigen Bleierzformation und den edlen Silbererzformationen.

Unter den beinahe in allen Erdtheilen zahlreichen Vorkommnissen mögen nur die wichtigsten als Beispiele herausgehoben werden.

Unter den europäischen, jetzt durch die indische und australische Concurrenz stark in ihrer Production gedrückten, zum Theil aber auch thatsächlich erschöpften Zinnerzgebieten nehmen den ersten Platz ein das sächsisch-böhmische Erzgebirge, Cornwall und die Bretagne[1]).

Im Erzgebirge ist namentlich reich an Zinnerzgängen die Gegend von Altenberg, Zinnwald und Graupen, weiter westlich die Umgebung

---

[1]) Ueber die ökonomische Bedeutung des heutigen Zinnerzbergbaues der verschiedenen Länder vergl. H. Louis. *The production of tin.* Mining Journ. 1899. Bd. LXIX.

von Ehrenfriedersdorf und Geyer, von Eibenstock, Johanngeorgenstadt und Platten. Die erzgebirgische Zinnproduction hatte schon vor dem 15. Jahrhundert mit etwa 250 t pro Jahr ihr Maximum erreicht und ist seitdem mehr und mehr gesunken.

II. Die Zinnerzlagerstätten von Altenberg, Zinnwald und Graupen.

Wichtigste Litteratur:

G. A. von Weissenbach. *Die Zinnerzlagerstätten von Altenberg und Zinnwald.* 1823. Manuscript in Freiberg.

H. Müller. *Bildung der Zinnstockwerke.* B.- u. H.-Z. 1865, S. 178—180.

E. Reyer. *Zinnerzführende Tieferuptionen von Altenberg und Zinnwald.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1878.

H. Zinkeisen. *Geognostisch-mineralogische Beschreibung der Gegend von Zinnwald und Altenberg.* 1888. Nebst Karten etc. Manuscr. in der Kgl. Bergakademie.

K. Dalmer. *Sect. Altenberg-Zinnwald der Specialk. von Sachsen nebst Erläut.* 1890 und *Ueber den Altenberg-Graupener Zinnerzdistrict.* Z. f. pr. G. 1894, S. 313—322.

Siehe auch die Bemerkungen von R. Beck in Z. f. pr. G. 1896, S. 148—150 und Allgemeines in E. Reyer, *Geologie des Zinnes.* 1881.

Zwischen Dippoldiswalde und Teplitz wird das Erzgebirge von einer NS. gerichteten Bruchzone schräg durchzogen, auf der mächtige Eruptivmassen emporgedrungen sind; zuerst der lang von N. nach S. gestreckte Stock des Teplitzer Quarzporphyrs, der auf dem von ihm durchbrochenen Gneissgebirge deckenartig längs seiner Eruptionsspalte übergequollen ist und hierbei auch carbonische und permische Schichten bedeckt hat, hierauf Granitporphyr in mehreren breiten Gängen, von denen einer auf eine weite Strecke hin den Porphyrstock östlich begrenzt, und endlich, zeitlich zuletzt, beide durchbrechend, eine Anzahl Granitstöcke. Bei Altenberg durchsetzt ein kleinerer solcher Granitstock den Granitporphyr. Da die Porphyreruptionen in die Zeit des Rothliegenden fallen, ist er postdyasischen Alters. Ein dem Albit nahe stehender Feldspath, ein lithionhaltiger, dunkler Kalieisenglimmer, accessorisch auch Zinnstein und Topas, zeichnen ihn petrographisch aus. Er und theilweise auch sein Nebengestein werden von zahllosen kleinen, an sich ganz unbedeutenden, oft kaum wahrnehmbaren Zinnerztrümern durch-

schwärmt, die von seitlichen Zwitterzonen begleitet sind. Fig. 143 stellt ein Stück Altenberger Granit mit solchen Zwitterbändern dar. Bei einigen der letzteren hebt sich die hauptsächlich aus Quarz und Topas bestehende eigentliche Füllung der meist nur messerrücken-starken Klüftchen durch weissliche Färbung hervor. In der Scheitelregion der Granitkuppe sind diese kleinen Gänge so dicht geschaart und ist ihr Nebengestein in Folge dessen so stark verzwittert, d. h. in zinnsteinhaltigen Greisen umgewandelt, dass dieses „Stockwerk“ früher durch mächtige Weitungsbaue im Grossen abgebaut worden ist. Dieser „Altenberger Zwitterstock“ setzt nach den vorhandenen Grubenauf-



Fig. 143.
Abbildung eines Granitstückes von Altenberg mit Zwitterbändern
n. d. N.

schlüssen nur bis etwa 230 m unter dem Gipfel der Kuppe hinab, in grösserer Tiefe folgen nur noch spärliche Imprägnationsklüfte im sonst normalen Granit, wie aus dem nebenstehenden Profil ersichtlich ist (Fig. 144, S. 217).

Der Zinnsteingehalt der zu Altenberg abgebauten Zwittermassen hält sich zwischen 0,1—0,9 %. Die Zinnsteinkörnchen sind sehr klein, meist nur 0,01—0,1 mm im Durchmesser und in der Regel mit blossem Auge nicht sichtbar. Zwischen 1869—1887 hielten die verarbeiteten Zwitter im Durchschnitt 0,3 % Sn und 0,002 % Bi. Nur sein massenhaftes Vorkommen bedingt die Abbauwürdigkeit dieses an sich

zinnarmen Gesteins. Altenberg wurde um 1458 fündig und hatte im Anfang, wahrscheinlich als man den lockeren Granitschutt verwusch, der die Kuppe bedeckte, sehr reiche Ausbeute, 5—6000 Ctr. Zinn pro Jahr. 1546 wurde die Zwitterstocks-Gesellschaft begründet, die noch heute besteht. Nach vorausgegangenen kleineren Brüchen erfolgte 1620 der vollständige Zusammenbruch der Weitungsbaue, der zur Entstehung der grossen Pinge Anlass gab. Seitdem hat man bis auf heute nur im Bruch gebaut. Eigentlicher Gangbergbau auf einigen mächtigeren Zinnerzklüften ist hier überhaupt nur ganz untergeordnet getrieben worden. Die Production von Altenberg war 1898 auf 14 t Zinn zurückgegangen, hat sich aber in den letzten Jahren wieder gehoben.

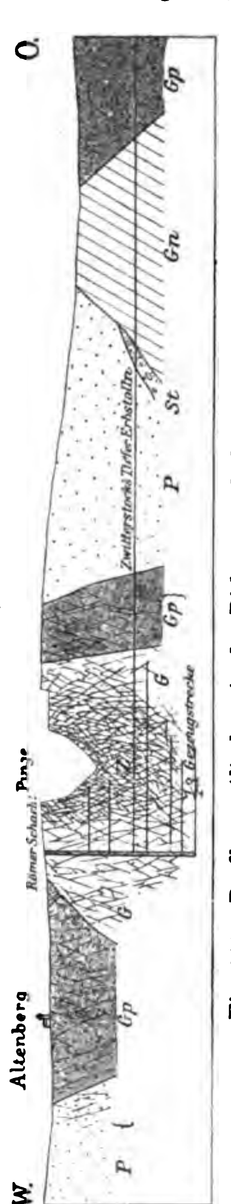


Fig. 144. *Profil von Altenberg in der Richtung nach O.* Nach K Dalmer.
P Teplitzer Quarzporphyr, *Gp* Granitporphyr, *G* Granit, *Z* Zwitterstock, *Gn* Biotitgneiss, *St* Conglomerate und Sandsteine der Steinkohlenformation. { } West- und Ostgrenze der Durchtrümerung mit Zinnsteinklüften.

Anders liegen die Verhältnisse bei Sächsisch und Böhmisch Zinnwald im Süden von Altenberg, wo nicht nur zinnhaltige Greisen gewonnen, sondern auch ein lebhafter Bergbau auf ziemlich mächtigen Zinnerzgängen betrieben worden ist. Heute werden diese Gänge vorzüglich auf Wolframit und Lithionglimmer abgebaut, und auch die sämmtlichen alten Halden sind schon wiederholt nach diesen früher werthlosen, jetzt gesuchten Mineralien umgekuttet worden.

Die Wolframitanbrüche waren um 1900 ausserordentlich reich und der Anlass zu einem Wiederaufblühen von Zinnwald, das in der Mitte des 15. Jahrhunderts fündig wurde, um die Mitte des 16. Jahrhunderts seine Glanzperiode hatte, in letzter Zeit aber nur ein bescheidenes Dasein fristen konnte. Im Jahre 1899 wurden zu Sächsisch-Zinnwald 50 t Wolframit producirt.

Bei Zinnwald ragt nur mit ihrer Scheitelregion aus dem von ihr durchbrochenen Teplitzer Quarzporphyr eine intrusive Granitkuppel hervor, deren Oberfläche flach nach allen Seiten unter den Porphyr einfällt. Nahe am Contact ist der Granit manchmal grobkörnig ausgebildet, sonst mittelkörnig. Wie das Profil Fig. 119, S. 174 zeigt, liegen in der Scheitelregion dieser Kuppe eine Anzahl von parallelen Gangkörpern, die mit flachen, umgekehrten Schüsseln verglichen werden können und wegen ihrer schwebenden oder sanft geneigten Lagerung dort Flötze heissen.

Ihr Verlauf geht nicht genau parallel der Gebirgsscheide zwischen Granit und Porphyr, sie fallen vielmehr noch etwas flacher und treten stellenweise auch in den unmittelbar angrenzenden Porphyr über, wo sie indessen verarmt sind (siehe

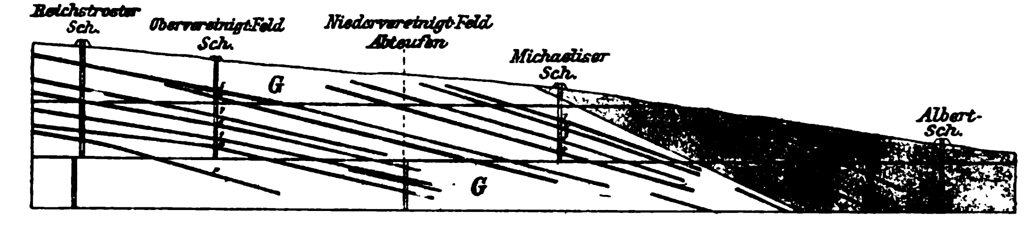


Fig. 145.
Profil durch den nördlichen Theil des Zinnwalder Granitstockes nach K. Dalmer.

G Granit, zum grössten Theil in Greisen verwandelt, dunkle Fläche rechts Teplitzer Quarzporphyr, *1—4* die Michaeliser Flötze, *5* das Tageflötz, *6* das Oberflötz, *7* das Orgelflötz, *8* das Mittelflötz, *9* das obere kiesige Flötz, *10* das niedere kiesige Flötz, *11* das artige Flötz.

Fig. 145). Mitunter schaaren sich zwei solche Flötze zu einem einzigen. Die Flötze bestehen in der Hauptsache aus Quarz mit beiderseitiger Salbandzone von Lithionglimmer, wie Fig. 146 zeigt. Nur selten wird der Quarz durch Orthoklas ersetzt. In der Medianlinie sind Drusenräume häufig. In diese hinein ragen von

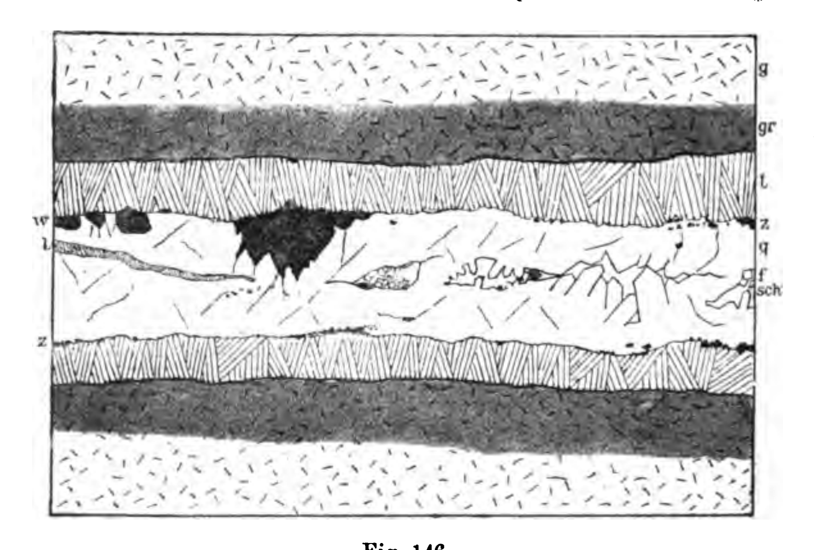


Fig. 146.
Ideales Profil eines sog. Zinnsteinflötzes im Granit von Zinnwald.
g Granit, *gr* Greisen, *q* Quarz *l* Lithionglimmer, *z* Zinnstein, *w* Wolframit, *f* Flussspath, *sch* Scheelit.

den Seiten her oft Quarzkrystalle, die bis 30 cm Länge bei einem Durchmesser bis zu 17 cm erlangen können. Manche dieser Quarzkrystalle sind als „Kappenquarze“ aus einzelnen Schichten aufgebaut, zwischen denen winzige Glimmerblättchen Ab-

sonderungsflächen erzeugt haben. Häufig sind zertrümmerte Quarzkrystalle, deren Scherben wieder von Quarz inkrustirt sind, alles Erscheinungen, die auf ein Weiterwachsen in längeren Zeiträumen schliessen lassen. Auch der Zinnstein ist nicht auf eine Generation beschränkt, da zersprungene Krystalle vorkommen, auf deren Bruchflächen kleinere Individuen sitzen. Gewöhnlich kommt Zinnstein und Wolframit besonders häufig unmittelbar am Salband oder zwischen den Glimmerbändern und dem Quarz vor, aber auch in unregelmässigen, transversalen Körnchenreihen und Trümchen, die ganz selten bis 2 cm Stärke erreicht haben. Wolframit kann stellenweise, wie es bei den letzten grossen Anbrüchen der Fall war, den Raum fast der ganzen Kluft einnehmen. Scheelit ist unter den häufigeren Erzen das jüngste und findet sich vorzugsweise in den Quarzdrusen, oft Quarzfragmente verkittend. Er wird oft von Flussspath begleitet. Von selteneren Bestandtheilen der Gänge sind besonders zu nennen Topas (als Pyknit), schwarzer Turmalin, Apatit, Uran-



Fig. 147. *Platte von Teplitzer Quarzporphyr von parallelen Zwitterbändern durchzogen* n. d. N.

glimmer, Zeunerit, Eisenglanz, Spatheisenerz, Stolzit, endlich Kupferkies, Kupferfahlerz, Arsenkies, Zinnkies, Bleiglanz und Zinkblende. Die Mächtigkeit der flötzartigen Gänge schwankt meist zwischen 15—70 cm, steigt aber auch bis 1,5 und 2 m an. Gegen 12 haben für den Bergbau grössere Bedeutung erlangt. Auch kennt man dort noch einige steilfallende Zinnerzklüfte. Schwebende wie steile Gänge sind beiderseitig von Greisenbändern begleitet. Ausserdem sind durch bedeutende Weitungsbaue, besonders durch die Reichstroster Weitung, noch einige sehr grosse Greisenmassen innerhalb des Zinnwalder Granites abgebaut worden, die nicht auf bestimmte grössere Imprägnationsklüfte zurückgeführt werden können. Wahrscheinlich haben sie einer Unzahl feiner Klüftchen ihren Ursprung zu verdanken, ähnlich wie beim Altenberger Zwitterstock. Endlich sind jüngere Schwerspathgänge zu erwähnen.

Auch im benachbarten Quarzporphyr befinden sich zahlreiche, schmale Zwitterbänder, die von schmalen Gängen eines feinkörnigen Granites, Nachschüben des Stockgranites, durchsetzt werden. Die Zinnsteinimprägnation erfolgte also schon vor der letzten Phase der dortigen Eruptionsthätigkeit. Wir geben eine Abbildung einer Platte von Quarzporphyr aus dem Hoffnung Gottes Erbstolln zu Zinnwald. Man sieht das Gestein von einer grossen Zahl paralleler Zwitterbänder durchzogen, die in kurzen Abständen aufeinander folgen (Fig. 147, S. 219).

Die Gehalte der früher abgebauten Zinnerzgänge beliefen sich auf 0,2—0,8% Zinn und etwa 1—2% Wolfram, während die ausgeschiedenen und zum Pochwerk gelieferten Greisen 0,2—0,5% Zinn ergaben und sich sehr arm an Wolfram erwiesen. 1898 producirte Sächsisch Zinnwald 50,5 t Wolfram und 116,8 t Lithionglimmer, aber nur noch 1,2 t Zinnstein.

In der Gegend von Graupen[1]), am Südabfall des östlichen Erzgebirges, wurde bereits seit dem Ausgang des 12. Jahrhunderts Zinnerz gewonnen, zunächst durch Seifenarbeit im ausgebreiteten Schuttkegel am Ausgange des steilen Graupener Thales beim heutigen Mariaschein. Darauf wurden Gänge am Steinknochen und am Mückenberg bei Obergraupen, sowie auch am Knötel, weiter abwärts am Gebirge, in Angriff genommen, zeitweilig auch Stockwerksbetriebe auf Schwärmen von Imprägnationsklüften am Preisselberge, am Klösenberg und an der Zwickenpinge eröffnet. Noch jetzt besteht ein unbedeutender Gangbergbau im Martinistolln.

Die Zinnerze von Graupen hängen genetisch mit einem Granitmassiv und Ganggraniten zusammen, welche das dortige Gneissgebirge und theilweise auch die Porphyrgesteine der Gegend durchsetzen. Charakteristisch für die Graupener Zinnerzgänge ist die starke Betheiligung von Orthoklas (Perthit) und Flussspath an der Gangfüllung. Wo Quarz und Lithionglimmer vorherrschen, sind die Gänge von einer ungewöhnlich topasreichen Zwitterzone begleitet.

Auch der Schellerhauer Granitstock westlich von Altenberg ist mit Zinnerzgängen verknüpft, und weiter nordwestlich, bei Pöbel, hat man früher an der Stelle der heutigen Sadisdorfer Pinge im Muscovitgneiss ein Stockwerk von Kupfer-Zinnerzgängen abgebaut, in dessen Tiefe ein Granitstock angefahren wurde[2]).

---

[1]) Wichtigste Litteratur:

Th. Schiller und P. Lewald. *Das Zinnerzvorkommen zu Graupen etc. in H. Hallwich. Geschichte von Graupen.* Prag 1868.

R. Beck. *Erläuterungen zu Section Mückenthürmchen der geol. Spezialkarte von Sachsen*, Leipzig 1903, und eine noch nicht erschienene Monographie des Graupener Erzrevieres von demselben Verfasser. Giebt ältere Litteratur an.

[2]) F. Schalch. *Erläut. zu Section Dippoldiswalde-Frauenstein.* 1887. S. 17.

Im Stockwerk von Seiffen dagegen baute man auf Imprägnationsklüften mit Zinnstein und Kupfererzen im Gneiss, ohne auf einen Granit zu gelangen, der in der Tiefe gleichwohl zu vermuthen ist[1]).

III. Die Zinnerzlagerstätten von Geyer und Ehrenfriedersdorf.

Im westlichen Erzgebirge wird unweit des Städtchens Geyer eine Glimmerschieferzone von 3 kleinen Massiven eines topasreichen Granites durchbrochen, dem Greifenstein, dem Zinnberg und dem Geyersberg, die sämmtlich von Zinnerzklüften begleitet sind. Am wichtigsten waren ehedem die Gruben im Geyersberge, die eine mächtige Pinge zurückgelassen haben. Charakteristisch für den Granit vom Geyersberg ist der Stockscheider, ein sehr grobkrystalliner „Riesengranit", der nahe am Contact mit dem Glimmerschiefer in der Peripherie des Stockes entwickelt ist. Er kehrt in gleicher Weise wieder an einer gerade nur an ihrem Scheitel angeschnittenen, sonst unterirdischen Granitkuppe von der Weissen Erdenzeche bei Aue, wo er im zersetzten Zustande die Porzellanerde für Meissen geliefert hat. Der 240 m breite Stock vom Geyersberg, dessen Oberfläche unter 50—60° allseitig unter die Schiefer einfällt, wird in seiner Scheitelregion von unzähligen bis 5 cm mächtigen NO. bis ONO. streichenden, unter 70—80° nach NW. einfallenden Zinnerzklüften durchsetzt, die zu 19 Zügen gruppirt sind und sammt ihren beiderseitigen bis 10 cm breiten Greisenzonen, „Ströme" genannt, durch Weitungsbaue abgebaut wurden. Diese Gänge enthalten neben Quarz, Topas, Glimmer und Zinnstein auch Flussspath, Turmalin und Geyerit, einen arsenreichen Arsenkies, seltener Wolframit, ged. Wismuth, Molybdänglanz und Triplit, sowie Apatit.

Wir bringen die Verhältnisse des Stockwerkes zu Geyer durch zwei Bilder zur Anschauung. Das eine, Fig. 148, S. 222, das wir dem citirten Werke von Charpentier's[2]) entnehmen, führt uns in die Zeiten des Feuerortsbetriebes zurück. Es giebt eine gute Uebersicht über einen Gangzug. Man sieht deutlich, wie die einzelnen parallelen Gangtrümer beiderseitig von dunklen Imprägnationszonen begleitet werden, die wolkig und verschwommen gegen den heller gefärbten, normalen Granit abgegrenzt sind. Das zweite, Fig. 149, S. 223, stellt die Photogaphie einer Gangstufe dar. Das breitere, etwa 1 cm mächtige Gangtrum führt neben dem vorherrschenden Quarz in der Mittellinie dunkel erscheinenden Zinnstein und Glimmer.

---

[1]) J. F. W. v. Charpentier. *Mineralog. Geographie.* 1778. S. 133. — H. Müller. *Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres.* 1901. S. 130—138.

[2]) J. F. W. v. Charpentier. *Mineralog. Geographie der Chursächs. Lande.* 1778. — A. W. Stelzner. *Die Granite von Geyer und Ehrenfriedersdorf, sowie die Zinnerzlagerstätten.* Freiberg 1865.

Der Granit ist in der Nachbarschaft der beiden Trümer bis auf einen kleinen Rest am linken Rand in grauen, auf dem Bilde dunklen Greisen umgewandelt.

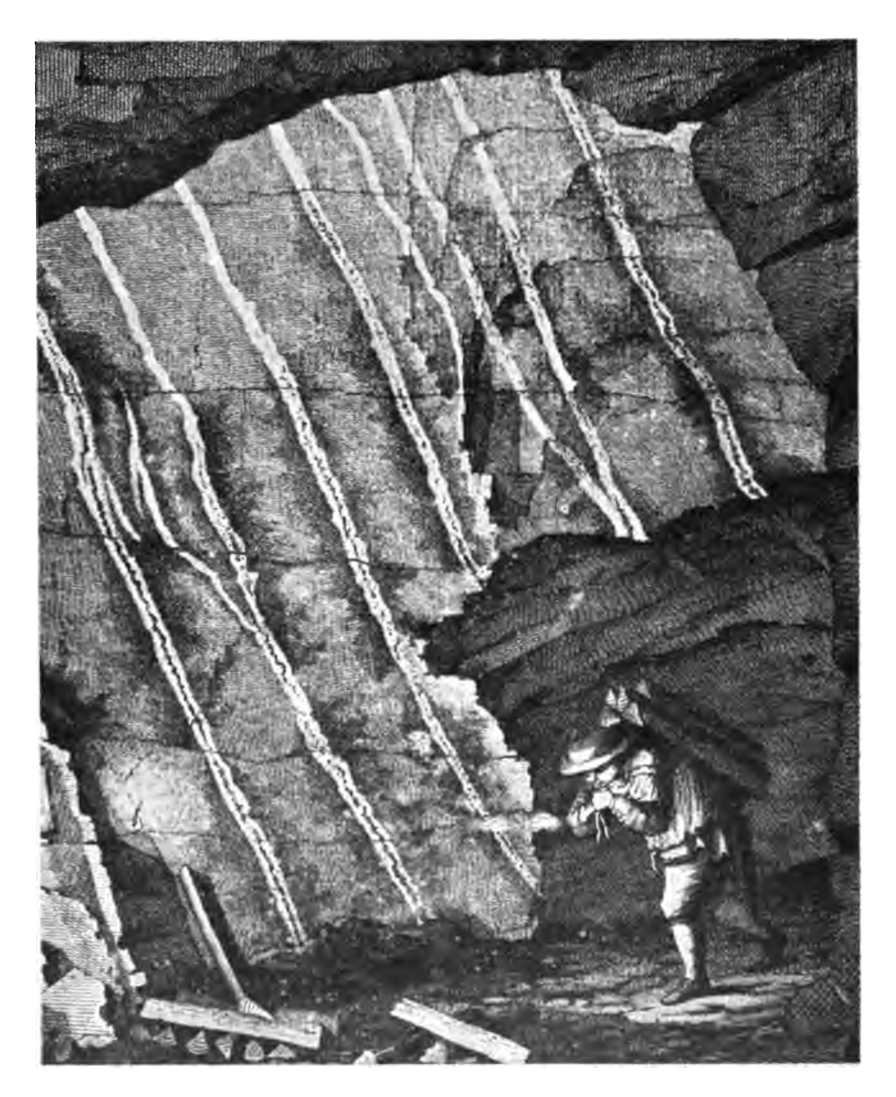


Fig. 148.
Zinnerzgänge im Stockwerk zu Geyer nach von Charpentier.

Der Bergbau in Geyersberg bestand seit 1315. Im Jahre 1803 erfolgte der Einbruch der Weitungen, der zur Entstehung der grossartigen Pinge geführt hat. In dieser befindet sich jetzt ein Steinbruch mit vorzüglichen Aufschlüssen der Gangverhältnisse.

Bis in die neuere Zeit hat ferner nordöstlich von Geyer bei Ehrenfriedersdorf ein Bergbau auf Zinnerzgängen bestanden, die am Sauberge zu ganzen Zügen, sog. „Rissen" eng geschaart den Glimmerschiefer durchziehen und bekannt sind wegen ihrer schönen Krystalle von Zinnstein und Apatit. Sie führen auch farblosen Turmalin, Anatas, Arsenkies, Chlorit, Fluorit, Molybdänit, Scheelit, Wolframit, Gilbertit, Herderit, Baryt. Sie kreuzen sich mit Gängen einer edlen barytischen Silbererzformation, wobei die beiderseitigen Erze sich vermischen sollen, durchsetzen auch ältere Gänge von Glimmerdiorit. Granit ist hier nicht nachgewiesen, möglicher Weise aber in geringer Tiefe vorhanden.



Fig. 149.
Zwei Zinnerztrümer aus dem Stockwerke von Geyer.

Auch in den peripherischen Theilen und innerhalb des Contacthofes des grossen Eibenstocker Granitmassives hat man in früherer Zeit an zahlreichen Stellen Zinnerzgänge abgebaut, so bei Aue, Sosa, Burkhardtsgrün bei Schneeberg, am Auersberg bei Eibenstock, zu Gottesberg und am Schneckenstein bei Auerbach, bei Johanngeorgenstadt und bei Platten. Zu Hengstererben bei Platten wurde die Grube Sct. Mauritius noch einmal sogar in neuerer Zeit, Ende der 70er Jahre, in Betrieb genommen. Der Eibenstocker Granit führt übrigens auch unter seinen primären Gemengtheilen, wie wohl die meisten mit Zinnerzlagerstätten verbundenen Granite (Altenberg, Schellerhau, Bangka) Zinnsteinmikrolithen. Ausserdem enthalten nach A. W. Stelzner[1]) u. A. die ihn

[1]) A. W. Stelzner. *Entstehung der Freiberger Gänge* in Z. f. pr. G. 1896, S. 394.

zusammensetzenden Silicate zum Theil etwas Zinn und zwar der dunkle Lithion-Eisenglimmer 0,32 %, der Orthoklas 0,019 %, der Plagioklas (Albit) 0,074 % SnO_2. Dieser Granit ist endlich reich an Turmalin, sowie auch an Topas, eine Zusammensetzung, die für die mit Zinnerzen verknüpften Granite als typisch gelten kann. Die angrenzenden in Andalusitglimmerfels u. s. w. umgewandelten Schiefer sind häufig von zarten Klüften aus mit Turmalin imprägnirt worden, dem auch Zinnstein beigesellt ist. Solche zinnsteinhaltige Turmalinschiefer wurden ehemals am Auersberg abgebaut. Der bekannte Topasfels vom Schneckenstein bei Auerbach stellt eine Breccie von solchem zinnsteinhaltigen Turmalinschiefer dar, deren Bindemittel Quarz und Topas bilden.

Das Eibenstocker Granitterritorium hängt geologisch zusammen mit dem von Karlsbad in Böhmen. Auch hier, und zwar bei Schlaggenwalde, setzen in der Contactzone zwischen Granit und Gneiss Zinnerzgänge auf, die denen bei Ehrenfriedersdorf und Geyer sehr ähneln. Schon seit dem 14. Jahrhundert blühte dort ein lebhafter Bergbau, dessen Mittelpunkt der Ort Schönfeld war[1]). Die Zinnproduction Böhmens wird im 16. Jahrhundert, wo sie den Höhepunkt erreichte, auf 500—800 t pro Jahr geschätzt (H. Louis). Gegenwärtig kommt sie kaum noch in Betracht.

IV. Die Zinnerzlagerstätten von Cornwall.

Viel bedeutender noch als wie die erzgebirgischen Lagerstätten waren für den Weltmarkt ehedem und sind es noch die auf der Halbinsel Cornwall. Hier werden Schiefer von grössten Theils devonischem Alter durchbrochen von 5 grösseren und mehreren kleineren Stöcken von Turmalingranit. Beide, die Schiefer, dort „killas" genannt, und der Granit, werden durchsetzt von zahlreichen, bis 120 m mächtigen Gängen eines gleichfalls Turmalin führenden Quarzporphyrs oder Mikrogranites, den man dort „elvan" heisst. Diese Gänge durchschneiden auch Gesteine der Culmformation. Die mit ihrer Oberfläche zumeist flach unter die Schiefer einschiessenden Granitmassen haben diese contactmetamorph beeinflusst und zu Hornfelsen und ähnlichen Gebilden umgewandelt. Alle diese Gesteine werden hier wiederum durchzogen von Kupfer- und Zinnerzgängen[2]), die eine sehr starke Neigung zur

---

[1]) K. Sternberger. *Die ärarischen Bergbauunternehmungen im böhm. Erzgebirge* in Oesterr. Z. f. B.- u. H. 1857, S. 62.

[2]) W. J. Henwood. *On the Metalliferous Deposits of Cornwall.* Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall. V. 1843. — H. T. De la Bêche. *Rep. on geology*

Zertrümerung haben und sich oft in ein ganz feines Geäder auflösen. Besonders zahlreich treten sie auf in der Nähe der granitischen Massen. Ihr Streichen hält sich zumeist zwischen O. und ONO., das Einfallen ist gewöhnlich unter 20—50° gegen N. gerichtet. Die Mächtigkeit steigt bis zu 1,5 m an, meist ist sie viel geringer. Die Hauptgangart ist Quarz, wozu sich Orthoklas und Turmalin, Chlorit, Lithionglimmer und etwas Flussspath gesellen. Die Erze bestehen aus Zinnstein und etwas Wolfram, bei den zugleich Kupfererz führenden Gängen aus Zinnstein, Zinnkies, Kupferkies, sowie aus Wolfram, Blende, Arsenkies, ged. Wismuth u. a., bei den eigentlichen Kupfererzgängen auch aus Fahlerz, Tennantit, Rothkupfererz, ged. Kupfer, Malachit, Kupferlasur, Eisenkies, Arsenkies und Blende. Merkwürdig ist der Wechsel in der Erzführung, den manche Gänge erleiden, wenn sie aus dem Schiefer in den Granit eintreten. Sie werden aus reinen Kupfererzgängen zu Zinnerzgängen. Besonders gut geht dies aus dem umstehenden flachen Riss (Fig. 150, S. 226) der Dolcoath Grube nach C. L. Neve Foster[1]) hervor, erläutert zugleich durch das Querprofil durch dieselbe (Fig. 151, S. 227), wobei auch die Art der Zertrümerung der dortigen Gänge in die Augen fällt. Manche Gänge haben eine Breccienstructur, da sie viele Bruchstücke des Nebengesteins umschliessen, die meisten erscheinen rein massig, andere symmetrisch-lagenförmig. Die Gänge sind von zum Theil sehr breiten Imprägnationszonen begleitet, die ebenfalls auf Zinnstein abgebaut werden, ja sogar den Hauptantheil der verhütteten Erze geliefert haben. Die eigentliche Gangkluft ist oft nur ein paar cm stark, während die auf mehrere m sich belaufende, abgebaute Mächtigkeit des „Ganges" lediglich durch zu Greisen umgewandelten Granit dargestellt wird[2]). Ein umgewandelter Granit, wie der Greisen, ist wohl auch das dunkelgefärbte, weil sehr turmalinreiche, auf Zinnstein abgebaute Gestein, der sog. Carbonas von Sct. Ives, dieser sehr unregelmässigen Lagerstätten, die durch eine Querkluft mit einem der dortigen Hauptgänge verbunden sind. Sie bestehen in der Hauptsache aus Feldspath, Quarz, Turmalin und Zinnstein, wozu sich manchmal Flussspath, Lithionglimmer, Kupferkies und Eisenkies gesellen[3]). Auch im Schiefer werden zinnsteinreiche Imprägnationszonen mit abgebaut, die

of Cornwall and Devon. 1839. — C. L. Neve Foster. Viele Abhandlungen in d. Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall seit 1875.

[1]) C. L. Neve Foster. *Mining.* 1883. p. 452.

[2]) C. L. Neve Foster. *On the Great Flat Lode South of Redruth etc.* Quart. Journ. Geol. Soc. 1878, Vol. 34, p. 640.

[3]) W. J. Henwood l. c. S. 21.

„capels“ heissen. Ihr dunkelgefärbtes Gestein besteht vorzüglich aus Quarz und Turmalin, enthält kurze Quarzschmitzen eingeschaltet und wird von kleinen Trümchen von Zinnstein und Chlorit durchzogen. Diese capels begleiten die Zinnerzgänze, die selbst oft nur schmale „leaders“ bilden, meist auf beiden, streckenweise auch nur auf einer Seite.

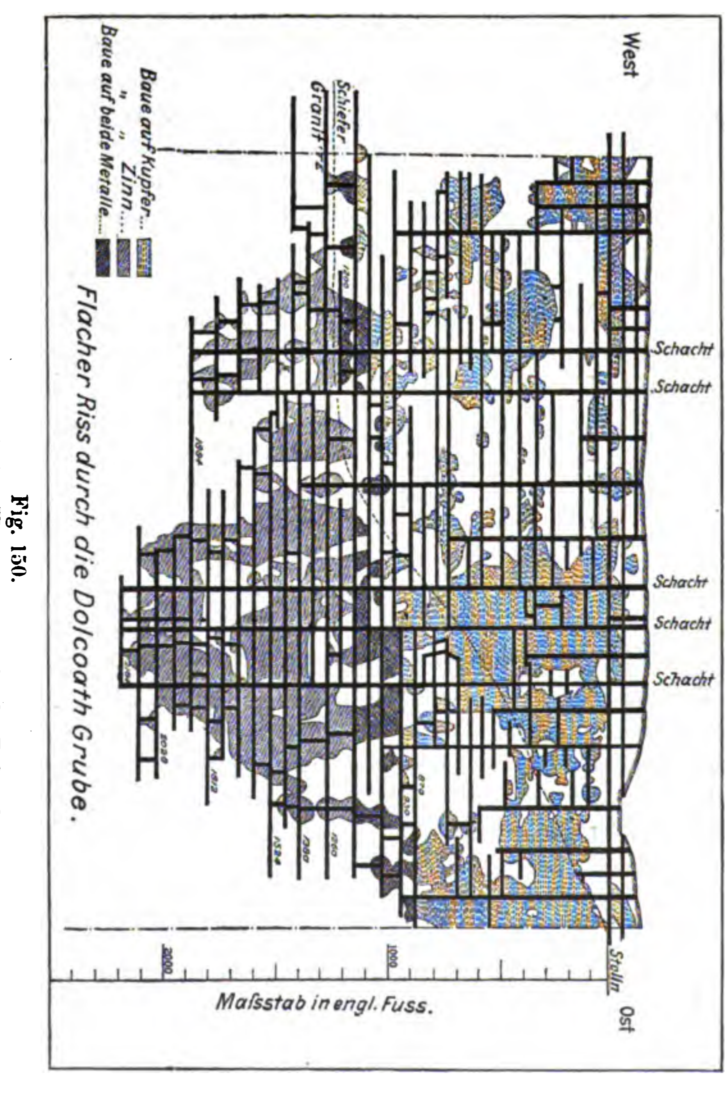


Fig. 150.
Flacher Riss durch den Hauptgang der Grube Dolcoath
nach Le Neve Foster (bei Stretch).

Der bedeutendste Zinnerzgang Cornwalls ist der bereits erwähnte 2 1/4 engl. Meilen lange Dolcoath Main Lode, der in den Gruben Carn Brea, Tincroft, Cooks Kitchen und Dolcoath Limited abgebaut wird. Die letztgenannte Grube liefert gegenwärtig fast den dritten Theil der Production Cornwalls.

Der Zinnreichthum von Cornwall war schon im Alterthum bekannt und hatte Grossbritannien den Namen der Cassiteriden eingetragen. Die grösste Jahresproduction an Zinnerz fällt in das Jahr 1871 und betrug 16759 t. Dieser Ertrag war 1894 auf 12880 t zurückgegangen und ist seitdem noch mehr gefallen. 1901 betrug er 4700 t. Der eigentliche Kupferbergbau datirt erst seit 1700. Er erreichte 1838 eine Jahresproduction von 145000 t und belief sich 1894 auf nur noch 3370 t.

Auch die angrenzende Landschaft Devonshire besitzt den cornischen ganz analoge Kupfer-Zinnerzlagerstätten.

Die Zinnerzlagerstätten in der Bretagne, z. B. bei Pyriac im W. von der Mündung der Loire und zu Villeder im Dép. Morbihan haben grosse Aehnlichkeit mit den cornischen, sind aber ökonomisch jetzt ganz unbedeutend.

Die Zinnerzgänge von Montebras werden hauptsächlich auf Amblygonit, ein Lithiumphosphat bearbeitet[1]).

Unter den Vorkommnissen auf der iberischen Halbinsel mögen erwähnt sein die bei Santo Tomé im S. von Salamanca und bei Cartagena in Spanien sowie von Ramalhoso bei Amarante in Portugal, Provinz Beira. Manche der spanischen Gänge liefern besonders auch reichlich Wolframit. (Spanien producirte 1900 an 1958 t Wolframit.)

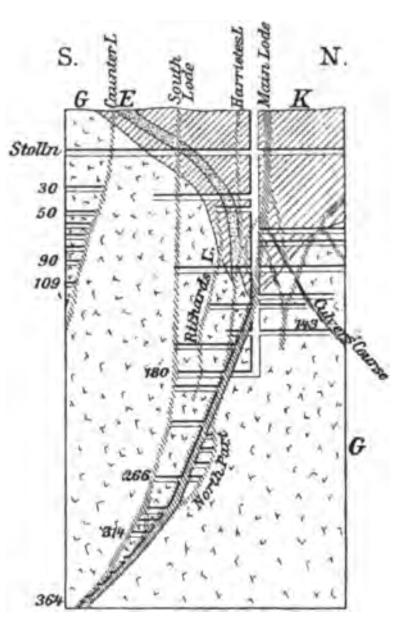


Fig. 151.
Querprofil durch den Gangzug der Grube Dolcoath
nach C. Le Neve Foster.
G Granit, *K* Killas, *E* Elvangang, Zahlen bedeuten engl. Fuss.

V. *Aussereuropäische Zinnerzganggebiete.*

Von aussereuropäischen Zinnerzganggebieten sind an erster Stelle zu nennen die auf Bangka und Billiton, sowie die auf der malayischen Halbinsel.

[1]) J. H. L. Vogt in Trans. Am. Inst. Min. Eng. Richmond M. 1901, p. 11.

Die Gänge auf Bangka und Billiton[1]), den sog. Zinninseln, setzen im Granit oder älteren Schiefergebirge auf. Sie enthalten neben Quarz und Zinnstein beinahe alle auch Magnetit, manche ausserdem Turmalin, einige Wolfram oder auch Pyrit und Spatheisenerz, haben sonach eine etwas abweichende Entwickelung. Hierbei mag auch das dortige, merkwürdige Vorkommen eigentlicher Magnetitgänge erwähnt werden. Aus der oberen Region der Zinnerzgänge scheinen die bis mehr als 1000 kg schweren Zinnsteinklumpen, die man im östlichen Theile von Billiton gefunden hat, herzurühren. Von den Gängen aus ist der Granit stellenweise in zinnstein- und topasreichen Greisen umgewandelt.

Auf der malayischen Halbinsel sind besonders hervorzuheben die Vorkommnisse im Gebiete von Maláka auf der Westseite und von Kuantan[2]) auf der Ostseite. Indessen wird bei weitem das meiste Maláka-Zinn in Seifen gewonnen.

Von dem übrigen Asien kommt als Zinnproducent in Frage ausser Siam und China auch Japan, wo die Taniyama-Grube in der Provinz Satsuma Zinnerzgänge abbaut.

In den letzten Jahrzehnten haben auch die australischen Zinnerzgänge grosse Bedeutung erlangt, besonders die im New England District von N.-S.-Wales und die vom Mt. Bischoff auf Tasmanien. Da am letzteren Platze der Schwerpunkt des Bergbaues indessen nicht in den primären Lagerstätten, sondern in eluvialen Seifen ruht, werden wir auch die Gänge mit diesen zugleich behandeln. Anders liegen die Verhältnisse in zwei anderen neuerdings in Angriff genommenen Zinnerzgebieten Tasmaniens. Das eine liegt im Blue Tier-Gebirge im NO. der Insel. Hier baut man, wie in Altenberg, auf zinnführenden Greisenzonen im Granit, die $^3/_8$ bis 1 Proc. Zinnstein enthalten[3]). Das andere findet man am Mt. Heemskirk nahe der Westküste[4]). Hier durchsetzen Quarz-Turmalingänge den Turmalingranit und die angrenzenden silurischen Sandsteine und Schiefer. Längs dieser Gänge ist das Neben-

---

[1]) Th. Posewitz. *Das Zinnerzvorkommen und die Zinnerzgewinnung in Bangka.* 1886. — R. D. M. Verbeek. *Geologische Beschrijving van Bangka en Billiton.* Nebst 9 Kartenblättern. 1897. Vergleiche auch das Referat hierüber von R. Beck in d. Z. f. pr. G. 1898, H. 4.

[2]) Philipps-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 601.

[3]) W. H. Twelvetree. Transact. of the Austr. Assoc. for the adv. of sc. Hobart 1902, ref. Z. f. pr. G. 1902, S. 276.

[4]) G. A. Waller. On the Tin Ore Deposits of Mt. Heemskirk. Rep. to the Secr. for Mines. A. 2236. Hobart 1902.

gestein gehärtet und mit Turmalin und Zinnstein imprägnirt in völliger Analogie zum Auersberg in Sachsen.

Als ein afrikanisches Zinnerzvorkommniss möge das von A. F. Molengraaff[1]) aus dem Swazieland in Transvaal beschriebene erwähnt werden. Ein altes Schiefergebirge wird hier von Granitmassiven durchbrochen, die von Contactzonen umgeben sind. Innerhalb der letzteren und im Granit selbst setzen Pegmatitgänge auf, die bei Embabaan im Gebiete der Ryan Tin Works Korund und Zinnstein enthalten. In der Mitte der 10—40 cm mächtigen Pegmatitgänge überwiegt der Quarz gegenüber dem Feldspath. Der Zinnstein tritt am Salband auf in Krystallen, die nach der Gangmitte hineinwachsen.

VI. Uebergänge
von der Zinnerzformation zu anderen Gangformationen.

Beispiele für Uebergänge der reinen Zinnerzformation in die Kupfererzformation sind mehrfach angeführt worden, namentlich von Cornwall. Es bestehen aber auch Beziehungen mit der kiesig-blendigen Bleierzformation. A. W. Stelzner und Schertel[2]) konnten nachweisen, dass die schwarze Zinkblende solcher Gänge bei Freiberg, deren Zinngehalt schon längst aufgefallen war, häufig Mikrolithen von Zinnstein umschliesst, und wir wissen aus älteren Nachrichten, dass ehedem auf dem Rammelsberge und in der Nähe der Rosine bei Freiberg im Eisernen Hut von Gängen jener Formation sogar auf Zinnerz gebaut worden ist[3]), sodass man auch wohl von einem Zinnernen Hut der Silber-Bleierzgänge gesprochen hat.

Gut unterrichtet sind wir über einen Mischtypus zwischen der Zinnerzformation und einer Silbererzformation, die auf dem Hochplateau von Bolivien zwischen dem 15. und 21.^{0} s. Br. zahlreiche Vertreter besitzt. Nach A. W. Stelzner[4]) u. a. gehören hierher namentlich die Gänge vom Cerro de Potosi (1545 entdeckt), von Oruro, Colquiri, Poopo, Tasna, Milluni und Chorolque (höchster Bergbau der Erde in 5309 m

[1]) A. F. Molengraaff. Ann. Rep. of the State Geologist of the South African Republik, 1897.

[2]) A. W. Stelzner und A. Schertel. *Ueber den Zinngehalt der schwarzen Zinkblende von Freiberg.* J. f. d. B.- u. H. im K. Sachsen, 1886.

[3]) J. F. W. v. Charpentier. *Mineral. Geographie der Chursächs. L.* 1778. S. 101.

[4]) A. W. Stelzner. *Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias.* Z. d. D. G. G. 1897, H. 1. — M. Frochot. *L'étain en Bolivie.* Ann. d. Mines 90, XIX, 186—222.

Höhe). Die Gangarten sind hier neben Quarz auch Carbonspäthe und Baryt, die Erze neben den meist vorherrschenden Sulfiden und Sulfosalzen von Eisen, Blei, Zink, Kupfer, Silber, Zinn, Wismuth und Antimon auch Zinnstein. Silber- und Zinnerze sind so innig mit einander vermengt und verwachsen, dass sie nicht durch Handscheidung getrennt werden können, sondern nach vorausgegangener Röstung und Amalgamation erst die Rückstände auf Zinn zu Gute gemacht werden müssen. Auf der Seite der Zinngruppe nehmen hier ausser dem Zinnstein auch der Zinnkies, sowie Wolframit, local auch Turmalin (Chorolque) und Flussspath (Colquiri) Theil. Interessant ist die Gegenwart der beiden Germanium-haltigen Erze Argyrodit und Franckeit[1]). In den obersten Regionen waren diese Gänge ganz besonders reich an Zinnerz, erst weiter in der Tiefe folgten zinnhaltige, edle Silber- und Bleierze. Der Zinnstein kommt besonders als Holzzinn und in glaskopfartigen Massen vor. Die Freiberger Sammlung besitzt einen fast reinen Zinnerzklumpen von dort im Gewicht von 93 Kilo. Es scheint hier eine secundäre Concentration des Zinngehaltes am Ausgehenden stattgefunden zu haben. Desgleichen war das Silber als gediegen Silber und Chlorsilber im Eisernen Hut hier oft erstaunlich angereichert und bedingte so Jahrhunderte lang ehedem den Ruf Boliviens als des ersten Silber producirenden Landes der Erde. Mit Graniteruptionen hängen diese bolivianischen Gänge nicht zusammen, wohl aber sind sie zumeist gebunden an Durchbrüche von Dacit und Liparit. Die Zinnausfuhr Boliviens betrug im Jahre 1901 bereits 7400 t, wobei die Hauptantheile den Departements Potosi und Oruro zufielen. Im letzteren District producirt allein die Grube Huanuni jährlich 3000 t Zinnerz.

Die geologisch jüngsten Zinnerzgänge dürften die mexicanischen sein, die an Rhyolithe und Rhyolittuffe gebunden sind. Sie führen neben Zinnstein nach J. G. Aguilera[2]) Eisenglanz, Topas, zuweilen auch Wolfram, gediegen Wismuth und Durangit ($Na[AlF]AsO_4$), nicht aber Turmalin. Die wichtigsten Grubengebiete liegen bei Aguascalientes Durango, Guanajuato, San Luis Potosí und Zacatecas.

An die Zinnerzganggruppe können angeschlossen werden gewisse, an sich zinnsteinfreie Wolframerzgänge, die aber ganz dieselben Züge in ihrer Paragenesis erkennen lassen, wie jene.

---

[1]) A. W. Stelzner. *Ueber Franckeit, ein neues Erz aus Bolivien.* N. Jahrb. f. Min. etc. 1893, Bd. II, S. 114.

[2]) J. G. Aguilera. *Distribucion geogr. y geol. de los Criaderos Minerales de la Rep. Mexicana.* Mexico 1901. p. 33—34.

So hat Bodenbender[1]) aus dem Süden der Sierra von Córdoba in Argentinien im Granit und Gneiss aufsetzende Gänge beschrieben, die aus Quarz mit Wolframit, Molybdänglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Covellin, Stilpnosiderit, Apatit, Glimmer etc. zusammengesetzt sind.

Auch in Nordamerika kennt man mehrorts Wolframerzgänge[2]). Diejenigen von Osceola im Granitgebiet der Snake Mts., Nevada, enthalten neben Wolframit viel Hübnerit.

In Portugal bauen auf Wolframerzgängen die Gruben von Covelha (Castello Blanco) u. a.

Ein anderes Mischungsextrem der Zinnerzformation stellen die reinen Flussspathgänge dar, die nach J. Valentin[3]) ebenfalls in Argentinien, bei San Roque in der Provinz Córdoba abgebaut werden. Das Gangmaterial ist hier Flussspath und Quarz, wozu mitunter noch rother Feldspath und ein silberweisser Glimmer treten.

Dahingegen finden die Flussspathgänge des Sächsischen Vogtlandes besser bei der Kupfererzformation (siehe weiter unten) Platz, obwohl auch sie manche recht charakteristische Züge mit den Zinnerzgängen gemeinsam haben.

b) Formationen mit wesentlich sulfidischen Erzen.

γ) Gänge der Kupfererzformation.

5. Gänge mit Kupfererzen und Turmalin, sowie anderen sonst für die Zinnerzformation charakteristischen Gangarten.

(Turmalin führende Kupfererzformation.)

Bei Besprechung der Zinnerzformation war der Uebergänge nach der Kupfererzformation bereits gedacht worden, die sich bei manchen zugleich Zinnstein und Kupfererze führenden Gängen Cornwalls und des sächsischen Erzgebirges nachweisen liessen. Unter der obigen Rubrik aber sollen zinnerzfreie, reine Kupfererzgänge verstanden werden, die gleichwohl als Gangarten und begleitende Erze mehrere, sonst für

---

[1]) Bodenbender. *Die Wolfram-Minen der Sierra von Cordoba.* Z. f. pr. G. 1894, S. 409.

[2]) Vergl. Rep. U. S. Geol. Survey on Mineral Resources for 1899—1900, p. 300—304.

[3]) J. Valentin. *Ueber das Flussspathvorkommen von La Roque etc.* Z. f. pr. G. 1896, S. 104.

Zinnerzgänge bezeichnende Mineralien enthalten und, wie diese, mit Graniteruptionen verknüpft sind. Dieser Typus stellt darum, wie J. H. L. Vogt[1]) richtig bemerkt hat, das eine extreme Endglied der schon mehrfach berührten Zinn-Kupfererzgänge dar, und deshalb hat diese Abtheilung der Kupfererzformation in unserem System die erste Stelle, gleich hinter den Zinnerzgängen, erhalten, obwohl ihr diese sonst gegenüber den viel weiter verbreiteten anderen Kupfererzgängen nicht gebührt.

Die Erze sind hier Kupferkies, Buntkupferkies und Kupferglanz, untergeordnet auch Eisenglanz, Molybdänglanz, Bleiglanz und Zinkblende, Fahlerz, Arsen-, Wismuth- und Uranerze und gediegen Gold, die Gangarten Quarz, Muscovit, Kalkspath, Dolomit, Eisenspath, Flussspath und Turmalin, sowie auch Beryll und Apatit.

Wie bei den Zinnerzgängen ist unmittelbar an den Salbändern dieser Gänge der Granit stark umgewandelt. Die Feldspäthe desselben sind zerstört, Quarz, Muscovit und Calcit haben sich ausgeschieden. Von dem typischen Greisen unterscheidet sich dieses Umwandlungsproduct indessen durch den Mangel an Topas und Lithionglimmer.

Diese Ganggruppe ist besonders im Thelemark-Gebiet im südlichen Norwegen verbreitet, wo sie von Th. Scheerer, T. Dahll, P. Herter und J. H. L. Vogt[2]) beschrieben worden ist. Die Gänge setzen dort theils im Granit, wie bei Klovereid, theils im Schiefer nahe an einem Granitmassiv auf, wie beim Aamdals Kupferwerk, theils endlich bilden sie Leitergänge innerhalb von Granitgängen im Quarzitschiefer, wie in der Näsmark Grube, oder Contactgänge an dem einen Salband von solchen, wie in der Moberg Grube. Auch Lagergänge zwischen den Schichtungsflächen der Schiefer sind bei Aamdals Kupferwerk beobachtet worden. Die Svartdal-Gänge dagegen, die neben den Kupfererzen Gold und Turmalin führen, setzen nicht in Granit, sondern in einem Quarzglimmerdiorit auf, der aber, wie jener, von ihnen aus in ein greisenartiges Gestein umgewandelt ist.

Die Svartdal-Gänge haben grosse Aehnlichkeit mit den durch A. v. Groddeck, A. W. Stelzner und W. Möricke[3]) beschriebenen

[1]) J. H. L. Vogt. *Zur Classification der Erzvorkommen.* Z. f. pr. G. 1895, S. 149.

[2]) Th. Scheerer. *Beiträge zur Kenntniss norweg. Mineralien,* B.- u. H.-Z., 1845, S. 849 und *Ueber die Kupfererz-Gangformation Thelemarkens,* B.- u. H.-Z. 1863, S. 157. — Th. Dahll. *Om Thelemarkens Geologi.* 1860. — P. Herter. *Ueber die Erzführung der Thelemarkischen Schiefer.* Z. d. D. G. G. 1871, S. 377. — J. H. L. Vogt l. c.

[3]) A. v. Groddeck. *Ueber Turmalin enthaltende Kupfererze von Tamaya.* Z. d. D. G. G. 1887. — A. W. Stelzner. *Ueber die Turmalinführung der Kupfer-*

goldführenden Kupfererzgängen Chiles, wie zu Remolinos und Ojancos in der Provinz Atacama, zu Tamaya und La Higuera in der Provinz Coquimbo, zu Las Condes in der Provinz Santiago. Auch diese enthalten neben den goldhaltigen Kupfererzen, denen Freigold, seltener auch Molybdänglanz und Scheelit beigemengt ist, als Gangarten Quarz und Turmalin. Sie stehen gewöhnlich mit sauren oder mässig sauren Eruptivgesteinen, die theilweise von den Gängen aus eine Turmalinisirung erfahren haben, in Verbindung. — Die Kupferproduction von Chile belief sich im Jahre 1898 auf 25248 t, woran aber auch andere Lagerstättentypen Theil haben.

6. Gänge von vorwiegend Quarz mit Kupfererzen.
(Quarzige Kupfererzformation.)

Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz mit Kupferfahlerz und Pyrit bilden Gänge mit Quarz als Gangart. Pyrit findet sich öfters in Würfeln inmitten des Kupferkieses.

In Europa gehören hierher die jüngeren Kupfererzgänge des Ganggebietes von Kupferberg[1]) in Schlesien. Die dortige Gegend besteht aus Hornblendeschiefer und anderen krystallinen Schiefern, die eine Zone zwischen den palaeozoischen, sog. grünen Schiefern und einem Granitmassiv bilden und wahrscheinlich als contactmetamorphe Bildungen von dem letzteren verursacht wurden. Die Hornblendeschiefer werden von postgranitischen Quarzporphyrgängen durchsetzt.

Die Lagerstätten zerfallen nach P. Krusch in 3 Klassen: 1. ältere Gänge mit Quarz, Kalkspath, Bitterspath, Flussspath, Kupferkies und etwas Bleiglanz, die auch viel chloritisch zersetztes Nebengestein einschliessen; 2. jüngere, rein quarzige Gänge mit eingesprengtem Kupferkies; 3. Erzlager nach Art der Schwarzenberger, die in einem Substrat von Strahlstein mit Prasemquarz und Chlorit viel Pyrit und ausserdem Magnetkies, Kupferkies und Buntkupferkies enthalten, stellenweise auch Lievrit und Magnetit führen (z. B. der „Einigkeitsgang").

Auch bei Rheinbreitenbach am Rheine, in dem devonischen Grauwackengebiet, setzen quarzige Kupfererzgänge auf[2]).

---

erzgänge in Chile. Z. f. pr. G. 1897, S. 41. — W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupfererzlagerstätten in Chile.* 1897.

[1]) Websky. *Ueber die geognost. Verh. d. Erzlagerstätten von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien.* Z. d. D. G. G., V. Bd., 1853, S. 373—438. — P. Krusch. *Die Classification der Erzlagerstätten von Kupferberg in Schlesien.* Z. f. pr. G. 1901, S. 226—229.

[2]) A. v. Groddeck. *Erzlagerstätten.* 1879. S. 202.

Im Königreich Sachsen ist diese Kupfererzformation besonders im Schneeberger Ganggebiet entwickelt, so namentlich auf den alten Gruben König David und Sct. Michaelis bei Oberschlema[1]).

Der quarzigen Kupfererzformation gehören manche Gänge des namentlich durch die Arbeiten B. Lotti's[2]) bekannten Erzgebietes von Massa Marittima in Toskana an, wie z. B. der Gang von Boccheggiano, während andere, wie z. B. die Gänge Fenice Massetana, Capanne Vecchie, Serrabottini-Süd, Guardione, bei der hier herrschenden starken Betheiligung von Blende und Bleiglanz eine besonders kupferreiche Abart der kiesig-blendigen Bleierzformation darstellen.

Auch der Form nach sind die dortigen Lagerstätten sehr verschiedenartig, denn ausser den genannten echten Gängen giebt es durch Verdrängung kalkiger Gesteine entstandene unregelmässig stockförmige Erzkörper, die an die Contactflächen je zweier verschiedenartiger Sedimente längs einer Dislocation gebunden sind. So finden sich am Contact zwischen den dolomitischen Kalken des Rhät und dem aus Thonschiefer und Kalksteinen in häufiger Wechsellagerung aufgebauten Eocän die Eisenerz- und Galmeilagerstätte von Carbonaie (Valdaspra), die Kupfer-Blei- und Galmeilagerstätten von Rocchette und Serrabottini-Nord, sowie von der Speziala, die Kupfer- und Eisenerzlagerstätte von Cagnano-Pighetti. An Liaskalke sind gebunden die Bleierzlagerstätten von Montieri und Gerfalco.

Auch die Gänge stellen zugleich Dislocationen dar. Von ihnen aus geht eine starke Umwandlung des Nebengesteins, die theils in einer Verquarzung und Imprägnation mit Kupferkies und Eisenkies, theils in einer Abscheidung von Epidot oder in einer vollständigen Metamorphose in ein Pyroxen-Epidotgestein besteht. In manchen Fällen (Guardione) gehen diese Einwirkungen viel weiter ins Hangende hinauf, als ins Liegende hinab. Sämmtliche Erzgänge sind posteocänen Alters.

Besondere Hervorhebung verdient der Gang des bedeutenden Betriebspunktes Boccheggiano im NO. von Massa Marittima. Er streicht nach NNW., fällt unter 40—50° nach NO., hat eine Mächtigkeit von 30—33 m und ist zu beiden Seiten des Merse-Thales auf 1200 m streichende Länge im Abbau begriffen. Er stellt eine Verwerfung dar zwischen den liegenden glimmerigen Schiefern des Perm und den hangenden Kalkbänken und Thonschiefern des Eocäns. Bis 50 m im Hangenden hinauf bemerkt man auf Querklüftchen dieser Gesteine Abscheidungen von Epidot. Die Gangart ist fast ausschliesslich Quarz. Die Erze bestehen aus Pyrit und Kupferkies. Sehr selten stellen sich daneben Markasit, Wismuthglanz und Eisenglanz ein. Die bauwürdigen Mittel bilden in der Hauptsache drei Säulen, die nach N. hin einschiessen. Die Reicherze zeigen theils massige, theils gebänderte Structur. Stellenweise sind grosse Pyritwürfel dem Erzgemische eingestreut. Einzelne Partien bestehen aus einer vererzten Schieferbreccie. Die Erze halten 3—11 % Kupfer. Unter anderen aus den Analysen ersichtlichen Beimengungen ist ein Zinngehalt von 0,04 % bemerkenswerth.

---

[1]) H. Müller. *Der Erzdistrict von Schneeberg im Erzgebirge.* 1860. Cottas Gangst., III, S. 70.

[2]) B. Lotti. *Descrizione Geologico-Mineraria dei Dintorni di Massa Marittima.* Roma 1893. (Giebt die ältere Litteratur.)

Eine im Schachttiefsten angehauene Quelle von 40,6° C. hat die Arbeiten zeitweilig sehr erschwert.

Auch aus anderen Erdtheilen mögen einige wichtigere Vorkommnisse erwähnt werden.

Hierher gehört u. a. der 6—7 m mächtige, im Quarzporphyr aufsetzende Kupfererzgang der Grube Tschudack im Altai[1]).

Schöne Beispiele sind auch die reichen Gänge der Sünik-Gruben bei Katar südl. von Schuscha in Transkaukasien. Sie setzen in einem Diabas auf[2]).

Ein grosser Theil der Kupfererzgänge Australiens gehört hierher, so die der Burra-Burra-Gruben in Südaustralien, die seit ihrer Entdeckung im Jahre 1845 in einem Zeitraum von 29 ½ Jahren 234648 t Kupfererz mit einem Durchschnittsgehalt von 22% Cu geliefert haben, was 51622 t Kupfer entspricht. Sie kamen 1877 zum Erliegen, da die beiden Hauptgänge abgebaut waren. Das Nebengestein ist ein metamorpher Kalkstein[3]). Später wurden die ebenfalls ausserordentlich reichen Gänge von Wallaroo (in einem Porphyrit) und von Moonta entdeckt[4]). Beide zusammen producirten 1897 gegen 5100 t Kupfer.

Auch die Great Cobar Kupfergruben in N.-S.-Wales, die in neuerer Zeit wieder zu grosser Bedeutung gelangten, bauen auf solchen Gängen im silurischen Schiefergebirge.

Die gesammte Kupferproduction Australiens im Jahre 1898 beläuft sich auf 18288 t.

Von afrikanischen Vorkommnissen sind hier zu nennen die von der Albert Silver Mine, 50 Meilen in NO. von Pretoria im Transvaal bebauten Gänge. Diese setzen in einem röthlichen, porphyrartig entwickelten Granit auf, der von Gängen von Olivindiabas durchzogen wird. Ihre Füllung in der unzersetzten Beschaffenheit besteht aus Quarz mit Buntkupfererz, Kupferkies, silberhaltigem Fahlerz und etwas Eisenglanz (Freiberger Sammlung).

Auch die Ganggebiete des kupferreichen Japan gehören zum Theil in diese Gruppe, besonders das von Aschio unweit der altberühmten Tempelstadt Nikkō in der Provinz Schimodzuke.

Nach Yamada (briefliche Mittheilung) werden dort die palaeozoischen (präcarbonischen) Sandsteine, Thonschiefer und Hornsteine von einem Liparitstock durchbrochen. Der stellenweise auch in Dacit übergehende Liparit hat jene Gesteine

---

[1]) B. von Cotta. *Kupfergrube Tschudack im Altai.* B.- u. H.-Z., 29. Bd. 1870, Nr. 7, p. 29.

[2]) K. Ermisch. *Die Kupfererze der Sünikgruben.* Z. f. pr. G. 1902, S. 88.

[3]) J. D. Woods. *The province of South Australia.* 1894. p. 258.

[4]) Philipps-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 691—693.

nahe am Contact umgewandelt und viele Bruchstücke von ihnen umschlossen. Nur der Liparit, nicht die Contactgesteine, wird von zahlreichen, theils NO., theils WNW. bis OW. streichenden und steil nach N. oder S. einfallenden Erzgängen durchsetzt, deren Material vorwiegend aus Kupferkies, Eisenkies, Arsenkies und Quarz besteht. Ihr Salband ist meist scharf, zuweilen indessen nur auf einer Seite. Ausser den typischen Kupfererzgängen giebt es zu Aschio, wenn auch viel seltener, kiesig-blendige Bleierzgänge. Die Production der Aschiogruben betrug im Jahre 1896 5920 t Kupfer. Ganz Japan erzeugte im Jahre 1898 25578 t.

Alle Kupfererzlagerstätten der Erde wurden in den letzten Jahren übertroffen durch die erstaunlich grosse Production der Gruben auf derartigen Gängen bei Butte City[1]) im Staate Montana. Hier baut besonders die berühmte Anaconda Grube auf zusammengesetzten Gängen im Granit, der in der Nähe von Rhyolith durchbrochen wird.

Nach Douglas und Emmons lassen sich an den Gängen von Butte drei verschiedene Zonen unterscheiden: die 60—120 m mächtige Zone über dem Grundwasserspiegel mit armen oxydischen Kupfererzen (nur mit bis 1% Kupfer), aber besonders reich an Silber, die etwa 60 m mächtige Zone unmittelbar am Grundwasserspiegel mit viel Buntkupferkies, Kupferglanz und Covellin, die etwa 3mal so viel Kupfer enthält, wie die unterste Hauptzone, in der Kupferkies mit einem geringen Silbergehalt, Pyrit, Kupferkies und Enargit nebst Quarz als Gangart entwickelt sind. Die beiden oberen Zonen stellen secundäre Umwandlungsstadien der untersten dar. Die secundären Sulfidmittel der mittleren Zone waren zuweilen von gewaltigen Dimensionen. Derbe Massen von Kupferglanz mit nur wenig eingesprengtem Kupferkies und Pyrit von 4,5 m und mehr im Durchmesser hat man angetroffen. Ausnahmsweise kamen reiche Sulfidmassen auch in grösserer Teufe vor, so eine Covellinmasse auf der 330 m-Sohle in der East Gray Rock-Grube inmitten einer Gangbreccie. Kleinere Partien von Reicherzen gehen noch bis 450 m unter den heutigen Grundwasserspiegel hinab, der früher noch tiefer gelegen zu haben scheint. Im Jahre 1898 producirte Montana 86792 t Kupfer. Anaconda allein hat zwischen 1879—1897 gegen 470000 t Kupfer geliefert.

Minder wichtig sind die Gänge im Virgilina-District, Virginia, deren Erze nur aus Kupferglanz und Buntkupfererz in Quarz bestehen[1]).

Die quarzige Kupfererzformation ist durch Uebergänge verbunden mit der kiesig-blendigen Bleierzformation. Einem solchen Uebergangs-

---

[1]) S. F. Emmons. *Notes on the Geology of Butte, Montana.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., XVI. 1887, p. 49. — Jas. Douglas. *The Copper Resources of the United States.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., XIX. Bd., 1891, p. 693. — R. Vogelsang. *Ueber den Kupferbergbau in Nordamerika.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St. 1891, 39. Bd., S. 248. — C. A. Hering. *Die Kupfererzlagerstätten der Erde.* Ebenda, 1897, S. 19—22. — S. F. Emmons. *Economic Geology of the Butte District.* Geol. Atlas of the U. S. Butte special folio, Montana 1897. — *The Secondary Enrichment of Ore Deposits.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 8—13. — R. C. Brown. *The Ore-Deposits of Butte City.* Trans. XXIV., 1895, p. 556.

[1]) W. H. Weed. Types of Copper-Dep. in the Southern U. S. Traus. Am. Inst. Min. Eng. Febr. 1900.

typus gehören mehrere Gänge im engeren Freiberger Revier an. Sie enthalten mit Quarz verbunden vorherrschend Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz und Fahlerz, in oberen Teufen auch die entsprechenden secundären Kupfererze. Mehr untergeordnet sind Bleiglanz, Zinkblende, Arsenkies und Schwefelkies. Als Beispiele seien genannt der Gottlob Spat, Franzer Spat und Heinricher Spat zu Morgenstern. Ferner hatten diesen Charakter Gänge der jetzt auflässigen Gruben Junge Hohe Birke und Alte Mordgrube wenigstens in gewissen Regionen, wie z. B. der Alte Mordgrube Stehende.

Auch die Gänge bei Hohenstein[1]) in Sachsen, die aus Arsenkies, Schwefelkies, Kupferkies, Kupferfahlerz, Quarz, Braunspath und Kalkspath bestehen, daneben Markasit, Leberkies, Bleiglanz, Zinkblende uud Bournonit enthalten und sich durch ihren Goldgehalt auszeichnen, nehmen in gewissen Regionen ganz den Charakter von Kupfererzgängen an. Die beiden genannten Kupfererze sind hier zugleich die Träger des Silber- und Goldgehaltes der Erze. Das Kupferfahlerz hält ca. 0,01 % Au. Die Grube Lampertus ist noch heute dort in Betrieb.

Endlich sind auch im Auslande solche Uebergangstypen verbreitet, wie zum Beispiel manche der Gänge von Sado und von Ikuno in der Provinz Tashima in Japan nach Yamada von diesem Habitus sind.

Anhangsweise mögen an die 6. Gruppe die zu den Manganerzgängen hinüberleitenden merkwürdigen manganhaltigen Kupfererzgänge aus der Umgebung von Muleye in Niedercalifornien erwähnt werden, deren Mineralogie durch P. Krusch[2]) festgestellt worden ist. Sie setzen etwa 110 km in NNW. von der Stadt in trachytischen Tuffen des Tertiärs auf und führen im unzersetzten Zustand einen mangan- und kobalthaltigen Kupferglanz mit Chalcedon als Gangart, wozu sich auch Gyps gesellt. Weiter östlich finden sich auch eigentliche Manganerzgänge mit Quarz und Gyps als Gangart und einem Psilomelan, der 0,38 bis 1,2 % Kupfer enthält.

7. Kupfererzgänge mit Carbonaten und Quarz nebst Schwerspath und zuweilen auch Flussspath als Gangart.

(Späthige Kupfererzformation.)

Unter den Gangarten treten hier neben dem Quarz oft in überwiegender Menge, ja zuweilen alleinherrschend Carbonate ein, besonders

[1]) H. Müller. *Ueber die Erzgänge von Hohenstein*, 1901, in den Erläut. zu Sect. Hohenstein, II. Aufl. S. 61—69.

[2]) P. Krusch. *Ueber manganhaltige Kupfererzgänge.* Z. f. pr. G. 1899, S. 83.

Eisenspath, wie auch Kalkspath und Dolomit. Schwerspath ist sehr verbreitet und wird bisweilen vom Flussspath begleitet. Die Erze sind hauptsächlich durch Kupferkies, Buntkupferkies, Kupferglanz und Kupferfahlerz nebst Schwefelkies vertreten. Local brechen auch Kobalt- und Nickelerze und einige andere Erze mit ein.

Ein gut untersuchtes Beispiel bilden die von F. Beyschlag[1]) beschriebenen Gänge von Kamsdorf unweit Saalfeld in Thüringen. Sie stellen Ausfüllungen von Verwerfungsspalten in der Zechsteinformation dar, setzen auch, wenngleich freilich nur als taube Spatheisenerz-Schwerspath-Gänge, in den das Liegende des Zechsteins bildenden, starkgefalteten und aufgerichteten Culm hinunter.

Bei diesen Gängen spielt gewöhnlich Schwerspath die Rolle der Hauptgangart, die Carbonate treten meist zurück, Quarz kommt nur innerhalb des Culms hinzu. Unter den Erzen sind ein silberhaltiges Kupferfahlerz und ein silberfreier Kupferkies nebst secundären Kupfererzen an erster Stelle zu nennen, accessorisch sind Kobalt- und Nickelerze, besonders Speiskobalt und Rothnickelkies. Die Erze umschliessen häufig Bruchstücke des Nebengesteins. Die Structur ist massig oder breccienartig. Nur wo die Gänge in den Culm niedersetzen, stellt sich symmetrische Lagenstructur ein. Den grössten Adel zeigen die Gänge zwischen den durch sie gegeneinander verschobenen Theilen des Kupferschieferflötzes. In den höheren Zechsteinschichten dagegen sind sie erzleer. Längs der Gangklüfte sind Theile einzelner Bänke des unteren und mittleren Zechsteines, so namentlich Kalkstein- und Dolomitbänke auf wechselnde Erstreckung hin in Spatheisenstein umgewandelt oder wenigstens mit Eisenverbindungen angereichert. Diese Spatheisensteinmassen, sowie die aus ihnen secundär entstandenen Brauneisensteine sind der eigentliche Gegenstand des heute noch dort umgehenden Bergbaues. Auch diese Eisensteinmittel führen bisweilen Imprägnationen oder Schnüre von Kupfererzen. Das umstehende schematische Profil Fig. 152 stellt eine Combination aus mehreren Beyschlag'schen Profilen dar.

Die vereinigten Reviere von Kamsdorf producirten im Jahre 1898 24760 t Spatheisenstein mit 17929 t Brauneisenstein.

In Sachsen war ein Bergbau auf ähnlichen, aber nicht im Zechstein, sondern in dem devonischen Gebirge aufsetzenden Gängen bei Geilsdorf und Oelsnitz im Vogtlande in Betrieb, zuletzt noch, im Anfange dieses Jahrhunderts auf den Zechen am Deichselberge. Besonders genannt waren ehedem die Gruben Sct. Burkhard und Heilige Dreifaltigkeit[2]). Einige der dortigen Gänge wurden allerdings in der Hauptsache nur auf Spatheisenstein gebaut, wie denn überhaupt Ueber-

---

[1]) F. Beyschlag. *Die Erzlagerstätten von Kamsdorf in Thüringen.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., 1888, S. 329.

[2]) E. Weise. *Erläuterungen zu Sect. Plauen-Oelsnitz* der geol. Spezialk. v. Sachsen. 1887. S. 76.

gänge zu den kupfererzleeren Spatheisensteingängen bei dieser Abtheilung der Kupfererzformation sehr häufig beobachtet werden können.

Manche der vogtländischen Kupfererzgänge weichen etwas dadurch ab, dass sie reichlich Flussspath führen, ja manche werden nur dieser Gangart halber zur Zeit abgebaut.

Ein typisches Beispiel dieser Art ist der stellenweise bis über 25 m mächtige Gang auf der Kunst zwischen Schönbrunn und Planzschwitz im Sächsischen Vogtlande, der zur Zeche Heilige Dreifaltigkeit gehört. Er ist nach E. Weise[1]) die

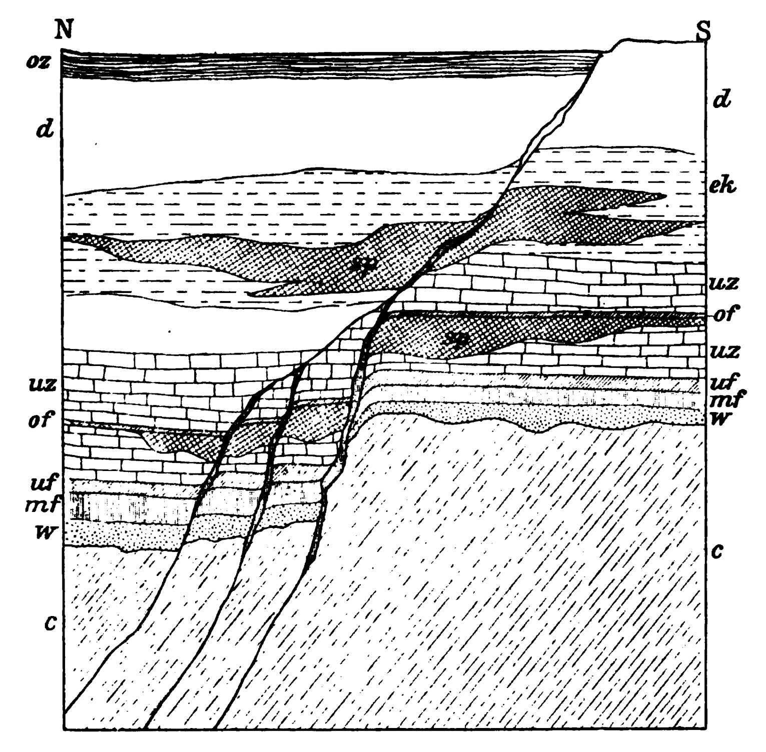


Fig 152. *Ideales Querprofil durch einen Kamsdorfer Erzgang* nach F. Beyschlag.

oz Obere Zechsteinschichten, *d* Dolomit, *ek* Eisenkalk. *sp* Braun- und Spatheisenstein, *uz* unterer Zechsteinkalk, *of* oberes Schieferflötz, *uf* unteres Schieferflötz (Kupferschieferflötz). *mf* Mutterflötz, *w* Weissliegendes (Zechsteinconglomerat), *c* Culmschiefer.

Ausfüllung einer steil nach ONO. fallenden, N 25° W. streichenden Verwerfungsspalte und hat devonische Schiefer, Diabasbreccien und Diabase zum Nebengestein. Sein liegendstes Trum führt Brauneisenerz (umgewandeltes Spatheisenerz) und Kupfererze. Darüber liegt ein mächtiges Band eines Gemisches von Quarz, Flussspath, Brauneisen und untergeordneten Kupfererzen. Den mittleren Theil, zwischen 2—8 m

---

[1]) E. Weise in den *Erläut. zu Section Plauen-Oelsnitz.* 1887. S. 74.

Mächtigkeit, bildet weisser und etwas grüner Flussspath. Im Hangendsten endlich treten öfters auch violette Flussspathe auf, die zuweilen in zahlreichen Oktaedern in Schwerspath eingebettet liegen. Ausserdem kommen auch hier linsenförmige Kupfererzmittel vor.

Aehnlich ist der Charakter des Ganges auf der Zeche Brüder Einigkeit bei Bösenbrunn unweit von Oelsnitz.

Es sei darauf hingewiesen, dass diese etwas abweichende Ausbildung der Formation in vielen Stücken auch mit unserer Abtheilung 5 übereinstimmt und damit nach der Zinnerzformation hinneigt, was ja für das typische Vorkommniss von Kamsdorf durchaus nicht gilt. Thatsächlich ist in dem Gebiete des Vogtlandes, wo diese flussspathreichen Kupfererzgänge auftreten, und sogar auf denselben Gruben Sct. Burkhard und Heilige Dreifaltigkeit, die als Kupfergruben später genannt werden, vorher, in der Zeit 1511 bis 1532, auch Zinnerz gewonnen worden.

Mehr nur wissenschaftliches Interesse haben die zahlreichen barytischen Kupfererzgänge, die im Rheinthal, im Schwarzwald, Odenwald und Spessart aufsetzen. Sie sind nach K. v. Kraatz-Koschlau[1]) theils vortriasischen, theils tertiären Alters und streichen meist NW., selten OW. Ihre Füllung besteht aus Baryt in zwei Generationen, Flussspath, Hornstein, Chalcedon, Quarz, Kupferkies und Schwefelkies, sowie secundären Kupfererzen.

Unter den alpinen Kupfererzlagerstätten gehört zu dieser Abtheilung der im silurischen Thonschiefer von Mitterberg unweit Werfen im Salzburgischen aufsetzende 2—3 m mächtige Lagergang, dessen Füllung aus Quarz, Eisenspath, Ankerit, Kupferkies und Schwefelkies besteht. F. M. Stapff[2]) hebt an ihm die Erscheinung hervor, dass sowohl Kupferkies, wie Spatheisenstein gern linsenförmige Massen im Quarz bilden, die aber mitunter schiefwinkelig zum Salband gerichtet sind. Selten ist das Erzgemenge von grossen Eisenglanzblättern durchwachsen.

Eine sehr quarzreiche Abänderung dieses Gangtypus stellen die von G. Dörler[3]) beschriebenen und bildlich dargestellten Kupfererzgänge im silurischen Thonschiefer der Umgebung von Kitzbühel in Tyrol dar. Früher wurden sie am Röhrerbühel und am Sinwell abgebaut, und noch heute sind Gruben darauf auf dem Schattberge, in der Kupferplatte und auf der Kelchalpe im Betrieb. Die eine Mächtigkeit bis zu 4 m erreichenden Klüfte sind mit Quarz, etwas

---

[1]) K. v. Kraatsch-Koschlau. Abh. d. Hess. Landesanst. 1897, Bd. III, H. 2, S. 55.

[2]) F. M. Stapff. *Geognost. Notizen über einige alpine Kupfererzlagerstätten.* B.- u. H.-Z. 1865, S. 6.

[3]) *Bilder von den Kupferkies-Lagerstätten bei Kitzbühel.* Wien 1890. Herausgeg. von J. Graf Falkenhayn.

Ankerit, Schieferbruchstücken und Kupferkies gefüllt, enthalten auch zuweilen Pyrit, Fahlerz, Roth- und Weissnickelkies, Zinkblende und Bleiglanz. Der Kupferkies kommt gewöhnlich eingesprengt, in Schnüren oder auch grösseren derben Mitteln, inmitten der vorwiegend quarzigen Gangart vor.

In typischer Entwickelung dagegen finden wir diese Gangausbildung wieder bei Altgebirg und Herrengrund nördlich von Neusohl im nördlichen Ungarn. Quarz, Schwerspath, Eisenspath, Braunspath, Kupferkies und Fahlerz bilden hier die Ausfüllung von Klüften, die wie der Pfeifergang den Glimmerschiefer deutlich durchsetzen oder wie der Kugler Gang der Schichtung des triasischen Grauwackenschiefers parallel verlaufen[1]. Aehnliche Gänge bei Szlovinka und Göllnitz im Gömör-Zipser Schiefergebiet enthalten ausser den genannten Mineralien auch etwas Zinnober[2]. Ueber die Gänge von Kotterbach siehe S. 208.

Aus den Schweizer Alpen sind als Beispiel die von G. Tröger und E. Stöhr beschriebenen Gänge an der Mürtschenalp im Canton Glarus zu nennen[3], die in dem conglomeratischen Sernf-Gestein, wahrscheinlich permischen Alters aufsetzen, und neben den Kupfererzen (vorzüglich Buntkupfererz) auch etwas Schwefelkies, Fahlerz, Eisenglanz und Molybdänglanz, als Gangart aber einen feinkrystallinen Dolomit führen.

Auch in den japanischen Kupfererzgebieten fehlt dieser Typus nicht. Fünf Gruben im nördlichen und mittleren Theile der Hauptinsel, nämlich die von Ossaru-sawa in der Provinz Rikutschū, von Arakawa und Ani in der Provinz Ugo, von Kusakura in der Provinz Etschigo und von Ogoya in der Provinz Kaga sind als Beispiele anzuführen.

Ueberall werden hier nach Yamada (briefliche Mittheilung) Schichten der Tertiärformation von Lipariten und theilweise propylitähnlichen Andesiten durchbrochen. In den Eruptivgebieten setzen die Gänge auf, die aus Kupferkies und Eisenkies, untergeordnet auch aus Eisenglimmer, Blei-, Zink- und Silbererzen, sowie aus Quarz, Kalkspath, Manganspath und Schwerspath bestehen. In der Kusakuragrube nimmt der Eisenglimmergehalt nach der Tiefe bedeutend zu.

---

[1]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 304.

[2]) G. Faller. *Reisenotizen* im Berg- u. H.-Jahrb. d. k. k. Bergak. 1867, Bd. XVII, S. 132.

[3]) G. Tröger. *Ueber den Kupfer- und Silberbergbau an der Mürtschenalp.* B.- u. H.-Z. 1860, S. 305. — E. Stöhr. *Die Kupfererze an der Mürtschenalp.* Zürich 1865.

8. Gänge von vorwaltend Carbonaten und Zeolithen mit ged. Kupfer.
(Zeolithische Kupfererzformation.)

Dieser wenig verbreitete Gangtypus findet sich neben anders gestalteten Kupfererzlagerstätten am Oberen See in Nordamerika. Die Gangarten sind hier Kalkspath, Laumontit, Prehnit, Apophyllit, Natrolith, Datolith, Desmin, Quarz, Flussspath, Epidot und Chlorit, die Erze gediegen Kupfer nebst gediegen Silber.

Es ist hier der Platz, eine kurze Schilderung des gesammten Kupfererzgebietes am Oberen See[1]) einzuschieben, zumal da diese Gänge mit den anderen dortigen Kupferlagerstätten ein genetisch zusammenhängendes Ganze bilden.

Das Hauptgebiet der Kupfervorkommen am Oberen See ist die vom südlichen Gestade aus hornartig nach N. vorspringende Halbinsel Keweenaw. Sie besteht auf der Ostseite aus cambrischem Potsdam Sandstein, auf der Westseite aus mächtigen Decken von Melaphyr (Diabas Irving's) und Melaphyrmandelstein, zwischen denen Bänke von Conglomeraten eingeschaltet liegen. Die Altersverhältnisse der Melaphyre, die zum Theil alle Charaktere alter Lavaströme zur Schau tragen, sind viel umstritten worden. Nach M. E. Wadsworth lagern die Kupfer führenden Schichten auf den cambrischen Sandsteinen, nach R. D. Irving und T. C. Chamberlin ist diese Ueberlagerung nur eine scheinbare in Folge einer Ueberschiebung längs einer streckenweise sicher nachweisbaren Dislocationsfläche. Die Mandelsteinstructur der Eruptivdecken ist besonders in den Theilen nahe der Oberfläche zur Entwicklung gelangt, während die inneren Partien mehr Diabasstructur aufweisen. Auf der Halbinsel Keweenaw sind die grössten und berühmtesten Gruben Calumet und Hecla, ferner bauen hier Portage, Osceola, Quincy, Central Mine, wo man die grössten Klumpen von gediegen Kupfer gefunden hat, Copperfels und Cliff Mine. Das Kupfergebiet zieht sich dann am Südufer des Sees entlang weiter nach SW. hin, wo besonders die Grube Minnesota in der Umgebung von Ontonagon zu nennen ist. Bis in die Staaten Wisconsin und Minnesota hinein lassen sich nach dieser Richtung hin die Lagerstätten verfolgen. Auch nördlich, auf der Insel Royale nahe am canadischen Gestade, finden sich solche Vorkommen.

---

[1]) Als die wichtigste Litteratur über den Gegenstand seien folgende Werke genannt: Herm. Credner. *Beschreibung einiger charakteristischer Vorkommen des gediegenen Kupfers auf Keweenaw Point etc.* N. Jahrb. f. Min. 1869, S. 1—14. — R. Pumpelly. *The Paragenesis and derivation of Copper and its associates on Lake Superior.* Amer. Journ. Sc., 1871 (3), p. 188ff. and *Geol. Surv. of Michigan.* I. Part. II. Copper Bearing Rocks. 1873. — *The Metasomatic Development of the Copper-Bearing Rocks of Lake Superior.* Proc. Amer. Acad. of Arts and Sc. vol. XIII, 1877—78, p. 253. — E. Wadsworth. *Notes on the geology of the iron and copper districts of the Lake Superior.* Cambridge (U.-St. 1881) und viele andere Aufsätze desselben Verfassers. — R. D. Irving. *The copper bearing rocks of Lake Superior.* Washington. Monogr. of the U. S. Geol. Surv. Vol. V. 1883. (Hauptwerk über die geologischen Verhältnisse mit vollständiger Bibliographie.) — T. C. Chamberlin. *The copper-bearing series of Lake Superior.* Cambridge U. St. 1883.

Wie nun schon H. Credner gezeigt hat, kann man drei verschiedene Arten von Lagerstätten innerhalb der Kupfer führenden Gesteinsgruppe unterscheiden:

I. Kupfer in feinster Vertheilung oder als Ausfüllung der Blasenräume und unregelmässigen Risse innerhalb der Melaphyrdecken.

Solche Kupfer führende Laven wurden und werden zum Theil noch abgebaut in den Gruben Quincy, Franklin, Osceola, Atlantic, Huron und Copper Falls. Zuweilen sind die Blasenräume der Mandelsteine ganz ausschliesslich von gediegen Kupfer erfüllt, oder dieses wird begleitet von gediegen Silber, Kalkspath, Quarz, Chlorit, Laumontit, Prehnit, Analcim, Epidot, Datolith, Eisenglanz u. a. Die beiden gediegenen Metalle kommen nicht selten verwachsen an einem Klümpchen vor, sie können daher nicht aus dem Schmelzfluss erstarrt sein, als magmatische Ausscheidung, denn dann würden sie eine Legirung haben bilden müssen. Sie scheinen vielmehr, wie die Bestandtheile der begleitenden Zeolithe, aus dem Melaphyr selbst, worin sie früher vielleicht fein vertheilt als Sulfide sassen, ausgelaugt nnd in den gegebenen Hohlräumen concentrirt worden zu sein.

II. Als Cement in den Conglomeraten.

Diese Conglomerate sind nach M. E. Wadsworth entschieden litorale Bildungen. Ihre Gerölle bestehen aus Quarzporphyr und Melaphyr und sind oft so sehr zersetzt und zerfallen, dass ihr Raum dann auch von dem Kupfer eingenommen werden konnte. Dieses pflegt ausserdem mit denselben Begleitern, wie im Mandelstein, die Zwischenräume zwischen den Geröllen *zu* besetzen. Die Gruben Hecla und Calumet bauen auf solchen Conglomeraten.

III. Als Ausfüllung von echten tektonischen Spalten.

Die Mächtigkeit dieser Gänge beträgt gewöhnlich 1—3 m, kann aber stellenweise bis zu 10 m anwachsen. Je mehr zersetzt und porös das Nebengestein ist, desto reichere Erzmittel finden sich in diesen Spalten, die dementsprechend besonders dort, wo sie die Mandelsteine durchsetzen, günstig entwickelt sind. An Stellen, wo grosse Gangmächtigkeiten angegeben werden, hat man auch stark mit Kupfer imprägnirtes Nebengestein mit zu dem eigentlichen Gang gerechnet, auch schaaren sich stellenweise viele Gangtrümer zu stockwerkartigen Gebilden. Die Füllung der Klüfte besteht aus Quarz, Kalkspath, Prehnit, Laumontit, Apophyllit, Natrolith, Desmin, sowie auch Epidot, Chlorit und Flussspath, aus gediegen Kupfer und etwas gediegen Silber. Immer finden sich in den Klüften Bruchstücke des zersetzten Nebengesteines. Die folgende Skizze nach H. Credner (Fig. 153) giebt ein typisches Profil durch einen solchen Gang. Das gediegene Kupfer bildet darin zackige und plump verzweigte Klumpen. Man kennt solche von zum Theil erstaunlich grossen Dimensionen und bis zu einem Gewicht von mehreren 1000 kg.

In genetischer Beziehung scheinen diese Gänge am besten durch die Annahme einer lateralen Secretion der ursprünglich in den Melaphyren fein vertheilten Kupfererze erklärt werden zu können. Nur ist es räthselhaft, warum die Wiederausscheidung und Concentration gerade als gediegen Kupfer erfolgte. Nach Pumpelly

dagegen, dem sich Van Hise[1]) anschliesst, ist das Kupfer aus aufsteigenden Lösungen unter dem reducirenden Einfluss der in dem Nebengestein vorhandenen Eisenoxydulverbindungen ausgefällt worden (Magnetit und Eisenoxydullösungen, die bei der Zersetzung eisenhaltiger Silicate frei wurden). Grosse Partien des Nebengesteins sind durch metasomatische Processe durch die Gangmineralien verdrängt worden.

Die Kupferwerke am Oberen See hatten eine Zeit lang den grössten Antheil an der ganzen Kupferproduction der Welt. Calumet und Hecla allein lieferten 1867—1898 gegen 555000 t Kupfer, alle übrigen Werke am See von 1845—1897 gegen 440000 t. Die Grubenaufschlüsse sind bereits bis in erstaunliche Tiefen vorgeschoben, im Red Jacket Schacht von Calumet und Hecla bis 1460 m. Noch jetzt reihen sich die „Lake Mines" in der Weltproduction an dritter Stelle ein, indem sie nur noch vom Rio Tinto Gebiet und den Gruben in Montana übertroffen werden. Im Jahre 1898 betrug die Gesammtproduction der Werke am Oberen See 62668 t Kupfer, wovon auf Calumet und Hecla allein 37641 t entfallen.

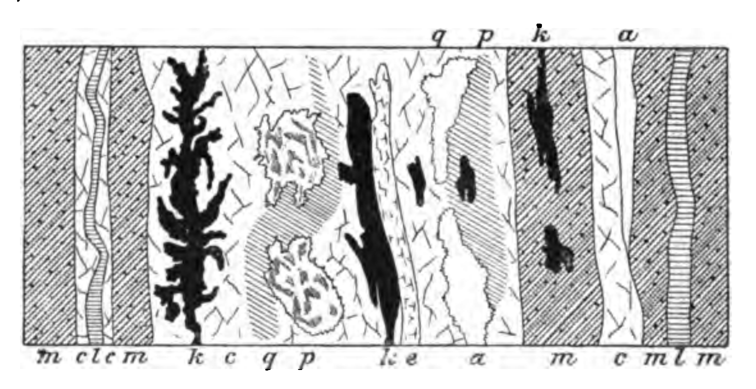


Fig. 153. *Querprofil durch den Cliff Gang.* nach H. Credner.

m Mandelstein, *c* Calcit, *l* Laumontit, *k* Kupfer, *q* und *p* Quarz und Prehnit mit Kupfer *e* Epidot, *a* Apophyllit.

Kupferführende Melaphyrmandelsteine sind neuerdings auch aus Transbaikalien, aus dem Flussgebiet der Dschida, bekannt geworden. Das gediegen Kupfer wird hier von Opal, Chalcedon, Calcit, Epidot und Prehnit begleitet[2]).

Gediegen Kupfer nebst etwas gediegen Silber findet sich ferner nach W. Möricke[3]) auch in den Diabasporphyriten der Grube Mercedes bei Algodones in Chile. Das Eruptivgestein zeigt sich hier propylitisch zersetzt, die kleinen Mandeln aber sind erfüllt mit Kalkspath,

[1]) C. R. v. Hise. *Some Principles Controlling the Deposition of Ores.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 72.

[2]) Vergl. die Notiz des Verf. Z. f. pr. G., 1901, S. 391.

[3]) W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupferlagerstätten in Chile.* Freiburg i. B. 1898. S. 33.

grünen Zersetzungsproducten, gediegen Kupfer und Rothkupfererz. Möricke citirt als Analogon noch das von R. Daintree beschriebene Auftreten von gediegen Kupfer nebst Kupfersulfiden, Malachit, Kalkspath und Prehnit in doleritischen Mandelsteinen von Queensland, die Gegenwart von ged. Kupfer neben Zeolithen in einem Basalt der Färöer u. a.

Endlich ist hier des gediegen Kupfers in feldspathreichen Ausscheidungstrümern eines Gabbros von Pari[1]) in Toskana zu gedenken.

Genetisch analog, wenn auch von keiner ökonomischen Bedeutung, scheint das Vorkommen von gediegen Kupfer im Quarzporphyr und in einem Porphyrtuff bei Zwickau in Sachsen zu sein.

Diese Gesteine bilden Einlagerungen im mittleren Rothliegenden dicht über einer Decke von Melaphyr. Das Kupfer findet sich in dünnen, selten bis 3 mm dicken, bis 0,5 m langen und 0,15 m breiten Blechen, die gewöhnlich kurze, rasch beiderseitig auskeilende Spältchen, seltener grössere, auch mit Rutschflächen verbundene Klüfte erfüllen. Zu beiden Seiten derselben ist das schmutzig violette Gestein in 0,5—2 cm breiten Zonen gelblich weiss ausgebleicht in Folge von Reductionsvorgängen. Auch findet man inmitten der nicht von Rissen durchzogenen Porphyrmasse sphärische Reductionsstellen, in deren Centrum es zuweilen gelang, ebenfalls gediegen Kupfer in Gestalt eines Körnchens aufzufinden. Neben dem gediegen Kupfer entdeckte A. Weisbach auch Domeykit (Cu_3As) in diesem Quarzporphyr. Besonders reichliche Funde dieses Kupfers wurden beim Abteufen mehrerer Steinkohlenschächte gemacht, so im Scheffelschacht, im IV. Brückenbergschacht, im Bürgerschacht I und im I. Tiefbauschacht des Erzgebirgischen Vereines, woraus auf eine ziemlich grosse horizontale Verbreitung und eine enge genetische Beziehung mit den erwähnten, dem Rothliegenden eingeschalteten Gesteinsplatten geschlossen werden kann[2]).

δ) Gänge der Silber-Bleierzformation.

Diese Gänge werden sämmtlich durch silberhaltigen Bleiglanz und Zinkblende charakterisirt, während andere Erze und namentlich auch edle Silbererze nur mehr untergeordnet mit einzubrechen pflegen. Nach dem jedesmaligen Vorwalten von Quarz oder Carbonspäthen oder Schwerspath als Gangart hat dann S. A. W. von Herder[3]) zunächst für das Freiberger Gebiet drei Unterabtheilungen unterschieden, die meist recht scharf auseinander gehalten werden können:

---

[1]) Nach B. Lotti. Z. f. pr. G. 1899, S. 354.

[2]) A. v. Gutbier. Briefl. Mitth. im N. J. f. Min. etc. 1843, S. 460—461. — A. Weisbach. *Arsenkupfer von Zwickau.* N. J. f. Min. 1873, S. 64. — H. Mietzsch. *Erläut. z. S. Zwickau.* 1877. S. 36.

[3]) S. A. W. von Herder. *Der tiefe Meissner Erbstolln.* 1838. S. 17.

9. Die kiesige Bleierzformation, wohl auch die Formation der kiesigen, groben Geschicke genannt, mit Quarz;

10. die edle Bleierzformation, auch Braunspathformation oder Brander Formation genannt, mit Carbonspäthen;

11. die barytische Bleierzformation, auch als Schwerspathformation oder Halsbrücker Formation bezeichnet, mit Baryt als Hauptgangart.

Diese Freiberger Gangtypen haben sich später auch anderwärts in den verschiedensten Ländern der Erde mit nur geringen Abweichungen oder auch genau in derselben Entwicklung nachweisen lassen, sodass sie wirklich eine allgemeine Bedeutung beanspruchen dürfen. Bei der Anwendung der ursprünglich nur für sächsische Vorkommen gewählten Bezeichnungen auf andere, fremde Erzreviere erweist sich aber die Benennung Edle Bleierzformation oder Braunspathformation als zu eng gefasst und wird besser erweitert zu „Carbonspäthige Bleierzformation“. Es möge die ausführlichere Schilderung der einzelnen Abtheilungen sogleich folgen:

9. Die kiesige Bleierzformation.

An der Zusammensetzung der Gänge der kiesigen Bleierzformation betheiligen sich in erster Linie Quarz, Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies, Arsenkies und Kupferkies. Als accessorische Bestandtheile sind zu nennen die Gangarten Hornstein, Jaspis, Eisenkiesel, Kalkspath, Eisenspath, seltener auch Braunspath und Chlorit. Nur als Seltenheiten und meist nur in der Nähe von durchsetzenden, andersgearteten Gängen erscheinen endlich Flussspath, Schwerspath, Nakrit, Fahlerz, Weissgiltigerz (Silberfahlerz), Silberglanz, gediegen Silber, Silberschwärze, Rothgiltig und andere edle Silbererze. Auch Witherit und Smithsonit gehören zu den sehr seltenen Funden in dieser Formation.

Das bergmännisch Wichtigste unter den genannten Mineralien ist der Bleiglanz. Im Freiberger Revier enthält er 0,10—0,20 % Silber, anderwärts kommen auch noch etwas höhere Gehalte, selten aber über 0,5 % vor. Schwefelkies und Arsenkies sind in der Regel sehr arm an Silber, sie enthalten davon meist nnr 0,005 bis 0,02 %, selten bis 0,05 %. Die immer schwärzlich gefärbte Freiberger Zinkblende hält bis 0,03 % Silber und ausserdem gewöhnlich etwas Zinn, wie A. W. Stelzner und A. Schertel[1]) erkannten, wegen der mechanisch eingewachsenen Zinnsteinmikrolithen.

---

[1]) A. W. Stelzner und A. Schertel. *Ueber den Zinngehalt und über die chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende von Freiberg.* Freiberg 1886.

Die vorherrschende Gangstructur ist die massige. Die Erze kommen dabei theils mit einander gemengt, theils auch in gesonderten compacten Massen vor. Seltener findet sich eine lagenförmige Anordnung der Bestandtheile.

Eines der wichtigsten Vorkommnisse dieser Formation ist das von Freiberg.

Das Freiberger Erzrevier im engeren Sinne ist ein Theil der flachwelligen, von den mässig tiefen Erosionsthälern der Mulde und ihrer Nebenbäche zerschnittenen Hochebene, die den sanften Abfall des Erzgebirges nach NW. hin bildet, während nach SO. hin ein ziemlich jäher Absturz nach Nordböhmen hinunter führt. Die Gegend von Freiberg, die in 400—450 m Meereshöhe liegt, gehört demnach zum Nordwestflügel des SW. bis NO. streichenden Gebirges. Diese Gebirgshälfte befindet sich in relativ viel höherer Lage, als wie der Südostflügel, der längs jenem Steilabsturz an einer grossen, meist böhmische Thermalspalte genannten Bruchzone abgesunken ist. Die Biotitgneisse, die, von einigen untergeordneten Einlagerungen von Glimmerschiefer abgesehen, das Nebengestein der Erzgänge bilden, streichen bei Freiberg indessen nur streckenweise der Erzgebirgsrichtung parallel. Sie werden vielmehr in ihrem Aufbau von einer grossen Kuppelbildung beherrscht, in deren Mitte ungefähr die Stadt gelegen ist. In die Scheitelregion dieser Freiberger Gneisskuppel sind die erzführenden Klüfte eingerissen.

Nicht im Mittelpunkte dieser Antiklinale, sondern östlich davon sind die Gneisse durchbrochen von dem mächtigen Granitstock von Bobritzsch-Naundorf. Von Eruptivgängen kommen in dem Reviere vor solche eines Glimmerdiorites und eines feinkörnigen Glimmersyenites, die von allen Erzgängen durchsetzt werden, und ganz besonders solche von Quarzporphyr. Unter den letzteren spielt in den Gruben namentlich der Porphyrgang von Muldener Hütten eine Rolle, der mit geringen Unterbrechungen bei einem Streichen nach NNW. und in 10 m nicht übersteigenden Mächtigkeit von Frauenstein bis zum Nonnenwalde auf gegen 20 km Entfernung verfolgt werden kann. Die Quarzporphyre durchschneiden die edlen Quarzgänge, werden aber von den kiesigen, den barytischen und selten auch den edlen Bleierzgängen durchsetzt. Der ungünstige Einfluss des Quarzporphyrs auf die Entwicklung der Gangspalten der kiesigen Bleierzgänge wurde bereits S. 127 geschildert.

Die Erzgänge im engeren Freiberger Reviere gehören in der Mehrzahl dieser kiesigen Bleierzformation, zum viel kleineren Theile der edlen und der barytischen Bleierzformation an. Im nördlichen westlichen, und südöstlichen Reviertheile finden sich auch Gänge der edlen Quarzformation. Wie schon aus ihrem Verhältniss zu den erwähnten Eruptivgängen hervorgeht, sind diese Gangtypen gleichalterig. Die edle Quarzformation ist die älteste, die barytische Bleierzformation die jüngste unter ihnen. Auch verhalten sie sich dem Streichen nach etwas von einander verschieden. Im allgemeinen streichen die Freiberger Gänge nach zwei Hauptrichtungen: 1. nach NS. bis NO., meist nach NNO.; es sind dies die Gänge der kiesigen und eines Theiles der edlen Bleierzformation sowie auch die meisten Vertreter der edlen Quarzformation; 2. nach NW. bis WNW.; hierher gehören die barytischen, und ein anderer Theil der edlen Bleierzgänge, sowie auch viele taube Gänge. Die Gänge der ersten Gruppe sind meist als Stehende, zum Theil auch noch als Flache und

als Morgengänge benannt, die der zweiten als Spat, zum Theil auch als Flache bezeichnet worden (siehe hierüber S. 124).

Die in die soeben besprochene Kategorie gehörigenGänge der kiesigen Bleierzformation werden zur Zeit auf der unmittelbar an der Stadt gelegenen fiscalischen Grube Himmelfahrt und auf der ebenfalls fiscalischen Grube Himmelsfürst bei Erbisdorf unweit Brand abgebaut, bis vor ganz kurzem auch auf der Mordgruber Abtheilung der Grube Vereinigt Feld bei Brand und auf Junge Hohe Birke zwischen Freiberg und Brand, und noch früher durch eine sehr grosse Zahl anderer kleinerer Gruben. Die Gänge haben meist eine Mächtigkeit von 0,1—0,8 m, selten von über 2 m. Auf der Freiberger Gangkarte, die unserem Werke beigegeben ist, finden sich die Namen der wichtigsten Vertreter dieser Formation eingetragen. Einige sind auf ziemlich grosse streichende Länge und Tiefe abbauwürdig gefunden worden, so der Kirschbaum oder Hohe Birke Stehende auf ungefähr 7 km Länge und bis über 500 m Tiefe, der Thurmhof Stehende auf 4,2 km Länge und bis 650 m Tiefe, der Selig Trost Stehende auf 2,2 km Länge und bis über 500 m Tiefe.

Im allgemeinen kann man die Freiberger Gänge nicht als sehr erzreich bezeichnen, wie das aus dem Ausmass der aushiebwürdigen Gangtheile hervorgeht, das aber natürlich bis zu einem gewissen Grade auch vom Metallpreise u. s. w. abhängt. 1859 schätzte man den Aushieb auf 20% der Gangfläche, 1871 auf 15% und seitdem ist der Rückgang noch grösser geworden.

Die kiesigen Bleierzgänge waren wohl die ersten im Freiberger Reviere, die mit ihren an secundären Silbererzen, besonders an gediegen Silber reichen Hutbildungen fündig wurden. Dies fällt etwa in die Zeit von 1162—1170[1]). Bald bildete sich aus dem Zuzug von Goslarer und anderen niedersächsischen Bergleuten die „Sächsstadt“, der älteste Theil von Freiberg, das als Stadt dieses Namens durch Markgraf Otto den Reichen von Meissen begründet, später befestigt und immer weiter ausgebaut wurde. Im Jahre 1218 findet sich Freiberg zum ersten Male urkundlich genannt. Die Lage der ältesten in den Urkunden aufgeführten Gruben Gottesgabe, Schöne Maria und Heiliger Gregorius ist vermuthlich auf dem Hauptstollengang zu suchen. Nach vielen Wechselfällen durchlief der Freiberger Bergbau noch eine letzte grosse Blüthezeit zwischen 1795 bis 1870, während der sich das gesammte Silberausbringen im Jahre meist zwischen 45000 und 60000 M. gehalten hat. Schon etwas früher, Ostern 1766, war die Freiberger Kgl. Bergakademie, 1776 die Kgl. Bergschule eröffnet worden. Trotz der hohen Vervollkommnung der Betriebsmethoden gehört der einst so blühende Freiberger Bergbau in Folge der Entwerthung des Silbers seit einigen Jahren nicht mehr zu den Gewinn bringenden Industrien, obgleich die Production an Erz und das Ausbringen an Silber und Blei noch immer sehr beträchtlich sind, und die Betriebe noch eine grosse Anzahl Menschen beschäftigen. Es betrug im Jahre 1901 im Freiberger Bergrevier das Ausbringen an Erzen: 11563 t Silbererze, 6195 t Arsen-, Schwefel- und Kupferkiese, 28 t Zinkblende, 409 t Schwerspath. Es belief sich das Ausbringen an Silber auf 17573 kg, an Blei auf 2090 t. Auf den qm ausgehauene Gangfläche kamen 0,30 kg Silber und 37,73 kg Blei.

Seit Entstehung des Freiberger Bergbaues bis zum Jahre 1896 sind nach H. Müller circa 5242957 kg Silber im Werthe von circa 908 Millionen Mark Reichswährung ausgebracht worden.

---

[1]) H. Ermisch. *Das Sächsische Bergrecht.* Leipzig 1887. S. XVI.

In Folgendem mögen einige der wichtigeren Werke über die Freiberger Erzgänge angeführt werden:

J. F. W. von Charpentier. *Mineral. Geographie der chursächsischen Lande.* 1778.

H. Müller. *Die Erzlagerstätten nördlich und nordwestlich von Freiberg.* Cottas Gangstudien. I. S. 101—305. 1847.

W. Vogelgesang. *Die Erzlagerstätten südlich und südöstlich von Freiberg.* Cottas Gangstudien. II. S. 19—133. 1848.

H. Müller und B. R. Förster. *Gangstudien aus dem Freiberger Revier.* Mit 2 Tafeln. Freiberg 1869.

H. Müller. *Die Freiberger Erzlagerstätten in Freibergs Berg- und Hüttenwesen.* 1883. S. 28—84.

Gangkarte der Freiberger Bergreviere. Auf ministerielle Anordnung herausgegeben. 14 Blatt. 1 : 12000.

H. Müller. *Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres.* Als Monographie zu der geol. Spezialkarte von Sachsen, Leipzig 1901 (das umfassendste Hauptwerk). 350 S. und 5 Tafeln nebst vollständiger Bibliographie.

Auch anderwärts in Sachsen ist die kiesige Bleierzformation entwickelt, besonders bei Schneeberg und Annaberg. Bei Schneeberg, und zwar namentlich im Kuttengrund bei Lössnitz, ist eine besondere Abänderung zur Ausbildung gelangt, in der der Bleiglanz hinter den Arsenkies zurücktritt. Noch jetzt ist dort eine Grube auf solchen Gängen in Betrieb, die 1898 ein Ausbringen von 118 t Arsenkies zu verzeichnen hatte. Auch bei Annaberg hat man die Formation nicht ganz typisch angetroffen, indem hier Kupfererze stark in den Vordergrund treten, und etwas Zinnstein sich einstellt. Aehnliche Uebergänge zur Kupfererzformation wurden schon S. 236 erwähnt.

Ferner reihen sich hier ein die vielen Parallelgänge, die nach E. Haber[1]) die devonischen Lenneschiefer von Ramsbeck im Bergrevier Brilon in Westfalen durchsetzen, die Gänge im Thonschiefer südöstlich von Trier auf der Grube Bischofsheim und die des Aggerthales nördlich von Siegburg im rheinischen Schiefergebirge.

Nicht ganz typisch dagegen und namentlich durch die regelmässige Betheiligung von Spatheisenstein an der Gangfüllung von anderen Vorkommnissen unterschieden sind die meisten der in den Bergrevieren Diez und Wiesbaden an der unteren Lahn im Nassauischen bekannten

[1]) E. Haber. *Der Blei- und Zinkbergbau bei Ramsbeck.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St. 1894. 42. Bd. S. 77.

Erzgänge[1]). Es bestehen hier Uebergänge zur carbonspäthigen Bleierzformation. Wenckenbach[2]) hat diese nassauischen Bleierzgänge in 7 Gangzüge getheilt, von denen der Emser und der Holzappeler Gangzug die grösste Bedeutung haben.

Der Emser Gangzug umfasst alle zwischen Dernbach und Braubach aufsetzenden Gänge. Die wichtigsten unter diesen sind die Gänge der Grube Mercur bei Ems und Friedrichssegen bei Oberlahnstein. Richtiger ist die Bezeichnung Emser Ganggruppe für diese Gänge, da sie bei aller sonstigen Zusammengehörigkeit doch verschiedenes Streichen und Einfallen haben. Sämmtlich setzen sie im Unter-Devon auf und zwar in den Thonschiefern, Grauwacken und Quarziten der oberen Coblenzschichten, die nach NW. streichen. Das Streichen der Gänge liegt zwischen NNW. und OW. Als Gangart herrscht fester, massiger, oft auch mit Schiefer verwachsener Quarz vor. Kalkspath und Braunspath brechen selten mit ein. Regelmässig aber nimmt an der Zusammensetzung Spatheisenerz Theil, das in den oberen Teufen durch Brauneisenerz ersetzt ist. Die Haupterze sind silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende, daneben auch Kupferkies und Eisenkies. In den oberen Teufen kommen häufig Weiss-, Grün- und Braunbleierz, stellenweise Bleigummi, gediegen Silber, Kupfer, Rothkupfererz und Ziegelerz, Kupferglanz, Kupferlasur, Malachit, Bleivitriol und Bleilasur vor, in grösserer Teufe sind bisweilen Fahlerz, Kobaltkies Nickelarsenikglanz, Bournonit und andere antimonhaltige Bleierze vorhanden. Die Structur der Gänge ist theils eine massige, theils eine lagenförmige. Die Mächtigkeit steigt bis zu 10 m an, ausnahmsweise bei dem Neuhoffnungsgange der Grube Mercur und dem Mittel N. 18 der Grube Friedrichssegen bis 20 m.

Schon im Jahre 1158 ertheilte Kaiser Friedrich I. Barbarossa dem Erzbischofe Hillin von Trier das Recht, bei Ems auf Silber zu bauen. Später soll der Emser Bergbau namentlich im 14. und 15. Jahrhundert geblüht haben. 1743 begannen neuere Unternehmungen. Seit 1791 sind die Emser Gruben ununterbrochen im Besitz der jetzt Emser Blei- und Silberwerk zu Ems genannten Gewerkschaft und wurden bis heute in ausgedehnter Weise betrieben. Die grösste Production von Bleierzen im Bergrevier Diez, wohin die Emser Gänge gehören, wurde von 1878—1880 mit 22539—24611 t pro Jahr erreicht.

Der grosse Holzappeler Gangzug lässt sich nach Bauer[3]) von Holzappel an der Lahn über Obernhof, westlich von Singhofen vorbei über Dahlheim, Ehrenthal, Werlau und Norath bis nach Peterswalde in einer Länge von 50 km verfolgen. In neuerer Zeit hat in diesem besonders die von L. Souheur[4]) beschriebene Lagerstätte der Grube „Gute Hoffnung" bei Werlau die Aufmerksamkeit erregt. Hier werden die der Unter-Coblenzstufe des Unterdevons angehörigen Thon-, Grauwacken- und Sericitschiefer von einem Hauptgang und einem 10 m im Hangenden folgenden

---

[1]) Oberbergamtliche Beschreibung *der Bergreviere Wiesbaden und Diez.* Bonn 1893. S. 91—116 (nebst Karten, Rissen und Gangbildern).

[2]) Wenckenbach. *Beschr. der im Herzogthum Nassau etc. aufsetzenden Erzgänge.* Wiesbaden 1861.

[3]) Bauer. *Die Silber-, Blei- und Kupfererzgänge von Holzappel an der Lahn, Wellmich und Werlau am Rhein.* Karstens Archiv f. Bergb. etc. Bd. XV. 1841.

[4]) L. Souheur. *Die Lagerstätte der Zink-, Blei- und Kupfererzgrube „Gute Hoffnung" bei Werlau am Rhein.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1892, S. 96.

Nebentrum durchsetzt, die nach ONO. streichen und zwischen 50 bis 90° nach SSO. fallen bei einer Mächtigkeit von 0,3—4 m, durchschnittlich von 1 m. Die Füllung der Gangspalten besteht aus Quarz, Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, sowie Stücken des Nebengesteins, nur untergeordnet auch aus Spatheisenstein und Schwefelkies. Der Gang schneidet die Schichten spitzwinkelig. Die anstossenden Schiefer sowohl, wie auch ein parallel im Hangenden hinziehender Diabasgang sind theilweise sericitisirt und heissen dann „Weisses Gebirge". Mehrfach wird der Gang in seinem Einfallen durch flach einfallende Ueberschiebungsklüfte (sog. Deckelklüfte) verworfen.

Auch darf hier der Gang der Grube Altglück bei Uckerath im Siegkreis erwähnt werden.

Wegen ihrer Beziehungen zu Eruptivgängen interessant sind die Gänge der kiesigen Bleierzformation, die im silurischen Schiefer des Katzbachgebietes in Niederschlesien, am Eisenberge bei Altenberg aufsetzen. Nach v. Rosenberg-Lipinsky[1]) begleiten sie grösstentheils steil einfallende Gänge eines Olivinkersantites (Olivin-Glimmerdiorites), so zwar, dass häufig der Kersantit die Mittellinie des Erzganges innehält oder wohl auch nur an dem einen Salband sich findet. Auch gangförmige Intrusivmassen eines Quarzporphyrs ziehen zuweilen parallel und dicht neben den erzführenden Spalten hin. Die Füllung der letzteren besteht aus Letten, Bruchstücken von Schiefer oder Olivinkersantit, Arsen-Kupfer-Schwefelkies, Bleiglanz, Fahlerz, selten auch aus Zinkblende, Antimonglanz, Boulangerit, Epiboulangerit und Bournonit, sowie aus Quarz. Von den genannten Erzen herrscht der Arsenkies bei weitem vor, er nimmt etwa 40—50% der gesammten Erzmittel in Anspruch. Der Kupferkies ist goldhaltig. Dieser Goldgehalt und der Reichthum an Arsenkies, sowie das Miteinbrechen von viel Fahlerz setzt diese Gänge in sehr nahe Verwandtschaft mit denen von Hohenstein in Sachsen, deren kupferreichere Abänderung S. 237 geschildert wurde. Der Altenberger Bergbau soll im 13. Jahrhundert in grosser Blüthe gestanden haben, war später lange Zeit ganz vergessen, um erst neuerdings wieder aufgenommen zu werden.

Als ein typisches Beispiel aus der österreichischen Monarchie können die altberühmten Erzgänge von Kuttenberg[2]) in Böhmen bezeichnet werden. Die dortige Gegend besteht aus Gneissen, die von cenomanen Schichten zum Theil bedeckt sind. Den Gneiss durchsetzen eine sehr grosse Zahl von fast durchweg NS. streichenden und steil nach

---

[1]) v. Rosenberg-Lipinsky. *Beiträge zur Kenntniss des Altenberger Erzbergbaues.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1894, S. 161—182. Mit Litteraturverzeichniss.

[2]) F. Katzer. *Der Kuttenberger Erzdistrict.* Oesterr. Z. f. B.- u. H. 1896, S. 247 ff.

O. oder W. einfallenden Gängen, die sich in 18 Züge gruppiren. Sie haben eine Ausfüllung von Quarz, Hornstein, Bruchstücken des Nebengesteines, Kalkspath, Braunspath, Schwefelkies, Zinkblende, silberhaltigem Bleiglanz und Arsenkies, selten auch gediegen Silber, Zinckenit, Boulangerit, Proustit, Eisenspath, Cronstedtit und Lillit. Der Bergbau auf dem 6,5 km langen und 4,5 km breiten Ganggebiet datirt bereits aus dem Beginn des 13. Jahrhunderts, hatte seine grösste Blüthezeit im 14. Jahrhundert und wurde auch neuerdings wieder zu beleben versucht.

Schon einen Uebergang zur barytischen Bleierzformation wegen des allerdings nur in geringer Menge mit einbrechenden Schwerspathes bilden die Gänge im präcambrischen Thonschiefer von Mies in Böhmen, die durch ihre aussergewöhnlich grossen Drusenräume ausgezeichnet sind[1]).

Von den ungarischen Lagerstätten nehmen vielfach die Gänge von Schemnitz eine Ausbildung an, die der kiesigen Bleierzformation entspricht. In der Hauptsache freilich sind sie von einem edleren Typus und werden unter den Gängen der Silber-Golderzformation eingereiht werden.

Bedeutende Entwicklung hat die kiesige Bleierzformation in Spanien erlangt, besonders bei Linarès in der Provinz Jaen im östlichen Theile der Sierra Morena, sodann bei L'Horcajo in der Provinz Ciudad Real und bei Castuera im District von Badajoz. Am meisten darf das reiche Gebiet von Linarès Interesse beanspruchen.

Nach Caron[2]) liegt das etwa 12 km lange und 9 km breite Bergbaurevier nördlich von der Stadt auf einer wasserarmen Hochebene und einem felsigen Hügelland im Süden der eigentlichen Gebirgsketten der Sierra Morena. Die ganze Gegend besteht aus Granit, der im S. und W. durch Thone, Sandsteine und Conglomerate von unsicherem Alter überlagert wird, nach N. zu aber an die silurischen Schiefer des Hochgebirges grenzt. Die Erzgänge treten in der Mehrzahl im Granit auf, nur wenige setzen auch in die Schiefer hinein fort. Sie besitzen in der Hauptsache nordöstliches Streichen und sehr steiles Einfallen. Sie haben zum Theil sehr bedeutende Mächtigkeit, bis 8 m bei dem Gange La Cruz. Auch ist die streichende Länge bei vielen über 1 km nachgewiesen worden, bei dem Gange Alamillos sogar auf 6 km, bei La Cruz und bei Arrayanes auf 4 km. Besonders günstig ist der grosse Erzreichthum der Klüfte, während Gangart und Nebengestein in ihrer Füllung stark zurücktreten. Oft wird die ganze Mächtigkeit eines Ganges von dem allerdings nicht sehr silberreichen Bleiglanz erfüllt, dem nur wenig Blende und ganz wenig Schwefelkies beigemengt sind. Gangarten sind vorzüglich Quarz, nur sehr untergeordnet auch Kalkspath, Dolomit, Baryt und Eisenspath. Im Ausgehenden traf man auch viele Kupfererze an. Der Gehalt der Erze wird im Durchschnitt

---

[1]) F. Pošepny. *Der Bergbaudistrict von Mies.* Wien 1874.

[2]) Caron. *Bericht über eine Instructionsreise nach Spanien im Jahre 1878.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St. 1880, 28. Bd., S. 119.

auf 180 g Silber pro t angegeben. Die Hauptgruben sind Arrayanes, die dem Fiscus, und La Fortuna, die einer englischen Gesellschaft gehört. Schon die alten Phönizier, Carthager und Römer hatten in diesem Gebiete Bergbau getrieben. Die nördlich von Linarès auf dem Cerro de Val de Infierno gelegenen alten Schächte heissen noch heute Pozos de Anibal. Die Glanzzeit des dortigen neueren Bergbaues war um das Jahr 1889, als die Production von Blei in der Provinz auf 118325 t gestiegen war.

Auch Frankreich besitzt Vorkommnisse aus dieser Gruppe. Es gehören hierher ein mächtiger Gang im silurischen Schiefer bei Pontpéan in der Gegend von Rennes, die Gänge von Huelgoat und Poullaouen (Finistère) im Granit und in den angrenzenden palaeozoischen Schiefern. An den letztgenannten beiden bretonischen Orten in der Nähe der Stadt Morlaix waren früher die bedeutendsten Bleigruben Frankreichs, die aber jetzt erloschen sind[1]).

Eine kurze Schilderung verdient der geologisch interessante Hauptgang der Grube La Touche in der Gegend von Rennes[2]).

Er setzt im Granit auf, ist auf etwa 2 km Länge verfolgt und in einigen seiner Erzfälle theilweise bis über 100 m Tiefe aufgeschlossen worden. Bei nordsüdlichem Streichen fällt er unter 70° in Ost. Er ist ein sehr charakteristischer Doppelgang. In allen Theilen seiner bekannten Erstreckung findet sich ein aus grauem, breccienartigem Quarz bestehendes, 5—10 m mächtiges, beinahe erzleeres, liegendes Haupttrum. Im Hangenden desselben ist, jedoch nur im Bereiche gewisser Erzfälle, das eigentliche erzführende Gangtrum entwickelt. Es besteht aus silberhaltigem Bleiglanz, silberhaltiger Zinkblende und Eisenkies mit Quarz, Chalcedon und Hornstein als Gangarten. Die Structur ist theils lagenförmig, theils breccienartig. Häufig ist darin ein eigenthümlich geflecktes Erz. Es besteht aus scharfeckigen Splittern des quarzigen Liegendtrumes, die mit mehrfachen Lagen von Chalcedon überzogen und schliesslich durch Zinkblende und Hornstein verkittet sind. Theile des Nebengesteins finden sich nicht selten eingeschlossen. Der Granit im Hangenden ist bis 1,5 m Entfernung zersetzt und mit fein vertheiltem Erz imprägnirt, unmittelbar am Gang häufig auch zu einem Letten zerrieben. Ausserhalb der Erzfälle ist das sonst 1—2 m mächtige Hangendtrum zu einer schmalen Hornsteinlage zusammengeschrumpft.

Im nördlichen Norwegen hat J. H. L. Vogt[3]) als ein besonders silberreiches, sonst aber typisches Beispiel das Gangfeld von Svenningdalen beschrieben.

Palaeozoischen Glimmerschiefern und Kalksteinen ist parallel zum Streichen ein mächtiger Stock von gepresstem Granit zwischengeschaltet. Dicht an seiner Grenze und senkrecht zum Schieferstreichen setzen die Parallelgänge von Svenningdalen auf. Weiter nördlich, im Granit, wurde früher ein ähnlicher Gang von der alten Nasa-Grube abgebaut.

---

[1]) Fuchs et De Launay. *Gîtes Mineraux.* II. p. 498—509.

[2]) Nach brieflichen Mittheilungen von W. Frhr. von Fircks und nach Belegstücken der Freiberger Sammlung.

[3]) J. H. L. Vogt. *Söndre Helgeland.* Norges Geol. Undersög., No. 29, Kristiania 1900, und Z. f. pr. G. 1902, S. 1—8.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika können als Beispiele dienen die Gänge von Bingham im Staate Utah, die aus Quarz mit Bleiglanz, sowie Eisenkies, Kupferkies und Blende bestehen und einen silberreichen Hut besassen. Auch die Gänge des Bezirkes Clear Creek in Colorado gehören hierher.

10. Die carbonspäthige Bleierzformation.

Als Gangarten finden sich hier Kalkspath, Braunspath, Manganspath, Eisenspath und Quarz, als Erze silberhaltiger Bleiglanz, silberhaltige Zinkblende, weniger häufig auch Schwefelkies, Markasit, Fahlerz, Weissgiltigerz (Silberfahlerz) und edle Silbererze, besonders Rothgiltigerz und Silberglanz. Die Gangstructur ist gewöhnlich unvollkommen, seltener ausgesprochen lagenförmig. Häufig finden sich die Erze eingesprengt in den Gangarten.

Im engeren Freiberger Revier ist diese Formation besonders auf den Gruben Himmelsfürst und Bescheert Glück bei Brand zur reinen Ausbildung gelangt (siehe S. 247) und zwar hier als „Edle Bleierzformation" oder „Braunspathformation".

Die dortigen edlen Bleierzgänge zeichnen sich nach H. Müller[1]) besonders aus durch ihre Zusammensetzung aus Braunspath und Manganspath, Bleiglanz, Zinkblende, Weissgiltigerz, Fahlerz, Antimonsilberblende, Silberglanz und gediegen Silber. Mehr untergeordnet treten auf Quarz, Hornstein, Kalkspath, Eisenspath, Schwefel-, Arsen- und Kupferkies, Melanglanz und Eugenglanz, nur selten werden nickelhaltiger Magnetkies, gediegen Arsen, Uranpecherz u. a. beobachtet. Auch mag der auf einem solchen Gange 1885 einbrechende Argyrodit erwähnt werden, worin Cl. Winkler 1886 das Germanium entdeckte. Der Bleiglanz hält hier meist 0,40—0,60, in einzelnen Fällen sogar bis 2 % Silber. Sehr charakteristisch ist die sogenannte verglaste Blende, eine dunkle Zinkblende mit mikroskopisch kleinen Einschlüssen von Silberglanz (Glaserz) und vielleicht noch anderen edlen Silbererzen und in Folge dessen mit einem Silbergehalt bis 0,5 %, bisweilen sogar bis 1,5 %. Selbst der Schwefelkies hält in dieser Formation nicht selten bis 0,2 % Silber, zuweilen bis über 1 %. Ist bei diesen Gängen eine Lagenstructur zur Ausbildung gelangt, so bemerkt man gewöhnlich Zinkblende und Bleiglanz mit Mangan- und Braunspath unmittelbar an den Salbändern stark concentrirt, während in der Mitte Kalkspath, zuweilen auch

---

[1]) Litteraturangaben S. 249.

Quarz vorwaltet. Fig. 154 giebt ein Bild von der Art der Entwicklung dieser Gänge, deren Mächtigkeit sich gewöhnlich auf 0,08—0,75 m, selten über 1,5 m beläuft.

Von der mikroskopischen Verwachsungsweise, die hier zwischen der Gangart und den Erzen herrscht, soll das Dünnschliffbild in Fig. 155, S. 256 eine Vorstellung geben.

Die meisten und wichtigsten Gänge dieser Art im Freiberger Revier sind Flache und niedrig streichende Stehende (hor. 11,4—12,4) mit flachem, 40—60° nach W. gerichteten Fallen, so der Teich Flache, der Jupiter Stehende und Kalb Stehende bei Himmelsfürst, der Neue Hohe Birke Stehende bei Bescheert Glück. Ein anderer wichtiger Parallelzug verfolgt nach H. Müller als hochstreichende Stehende die Hauptrichtung NNO. bis NO. (hor. 1,4 bis 3) und fällt steil unter 70 bis 90° nach SO. oder NW., so der Dorothea und der Silberfund Stehende bei Himmelsfürst, der Neuglückstern, der Johannes und der David Stehende bei Bescheert Glück. Eine besondere Ausbildung endlich zeigen die Habachter Trümer in den Gruben Bescheert Glück und Einigkeit. Sie streichen NO. (hor. 3—4) und fallen unter nur 15 bis 40° nach NW. Es sind schmale Gänge, die hauptsächlich aus Manganspath und Quarz, Weissgiltigerz und silberreichem Bleiglanz bestehen. Im Ganzen kennt man über 350 dieser edlen Bleigänge. Man hat sie meist auf 600—1000 m Länge, einige wenige, wie den Neue Hohe Birke Stehenden sogar auf über 2 km Länge aufgeschlossen.

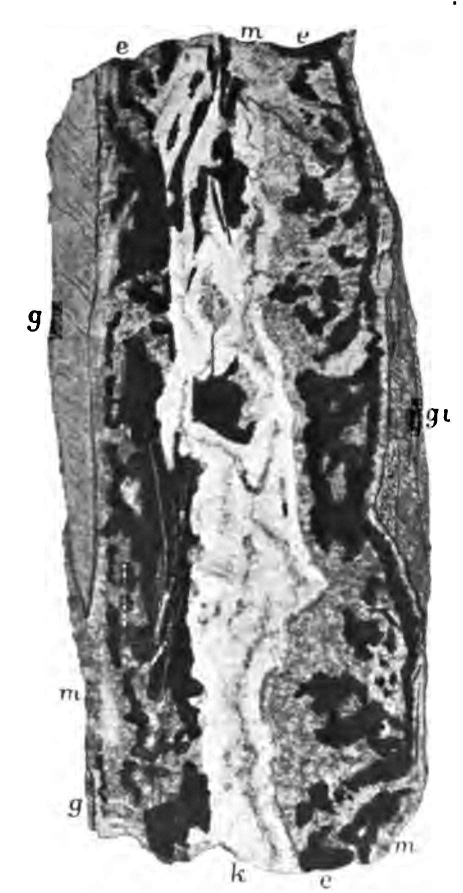


Fig. 154. *Gangbild des Verborgenen Flachen auf Himmelsfürst (carbonspäthige Bleierzformation)* n. d. N.

g Grauer zersetzter Gneiss, *gi* Gneiss mit Schwefel- und Kupferkies imprägnirt, *k* Kalkspath und Braunspath, *m* Manganspath, *e* silberreiche Blende und etwas Fahlerz.

Einen etwas abweichenden Charakter haben die Gänge der um 1225 fündig gewordenen, von 1867—1898 von neuem bebauten Grube Güte Gottes zu Scharfenberg bei Meissen.

Nach H. Zinkeisen[1]) setzen die dortigen Gangspalten im Meissner Granit-Syenit-Massiv auf. Sie enthalten Quarz, Braunspath, Manganspath und Cölestin, Bleiglanz von einem mittleren Silbergehalt von etwa 0,20—0,30 %, und eine fast gleich silberhaltige, meist gelbe Blende, sowie auch Fahlerz von einem Silbergehalt bis zu 8 %. Sie schliessen auch grosse Massen von Gangletten und granitischen Zerreibungsschutt ein. Nur accessorische Bestandtheile sind Strontianit, Schwerspath, Gyps, Pyrit, Kupferkies, ganz selten auch Glaserz, Rothgiltig und gediegen Silber.

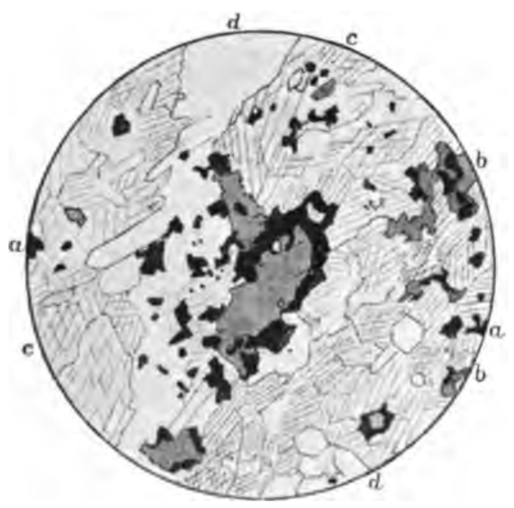


Fig. 155. *Dünnschliff durch eine Erzstufe vom Silberfund St. auf Himmelsfürst* (50fache Vergrösserung.

Zeigt die innige Verwachsung der Zinkblende (*b*) mit Glaserz und Fahlerz (*a*) und Kalkspath und Braunspath (*c*), sowie etwas Quarz (*d*) als Gangart.

Die Trümer und Gänge bilden einen Zug, welcher 2 km Länge und bis 600 m Breite besitzt und nach NO. streieht. Die Mächtigkeit der gegen 50 dort bekannten Gänge schwankt von ein paar cm Stärke der kleinen Trümer bis zu 2 m Mächtigkeit des Heinrich Morgengang. Alle neigen ausserordentlich zur Zertrümerung und zu sehr unregelmässigem Verlauf. Sie werden oft durch übersetzende Klüfte, sowie durch die sogenannten Schwebenden verworfen, worunter man horizontale oder nahezu horizontale, schmale, nur selten etwas Erz führende Lettenklüfte oder Gleitflächen verstand. Die Structur der Erzgänge und -trümer ist gewöhnlich eine massige. Quarz und Braunspath, innig gemengt, enthalten die Erze eingesprengt. Seltener trifft man reine derbe, grobkrystalline Erzmittel, die dann oft von Hornsteinadern durchschwärmt werden. Zuweilen stellt sich auch lagenförmige Structur ein, dann gewöhnlich mit Blendezonen an den beiden Salbändern und mit einer oft breccienartigen, wesentlich aus Braun- und Manganspath bestehenden Gangmitte.

Auf dem Harze sind die berühmten Gänge des Gebietes von Clausthal zum grösseren Theile der carbonspäthigen Bleierzformation nahe stehende Gebilde.

---

[1]) H. Zinkeisen. *Ueber die Erzgänge von Güte Gottes zu Scharfenberg.* Freiberger Jahrb. 1890, S. 40—64. Giebt auch die ältere Litteratur von H. Müller u. a. an.

Nach F. Klockmann[1]) umfasst das Clausthaler Ganggebiet (siehe den Uebersichtsriss Fig. 156) sämmtliche Erzgänge auf dem Plateau in der Gegend von Clausthal, Grund, Wildemann, Bockswiese und Schulenberg und dehnt sich demnach über ein Gebiet von 18 km Länge und 8 km Breite aus. Diese 550—600 m hohe, in der

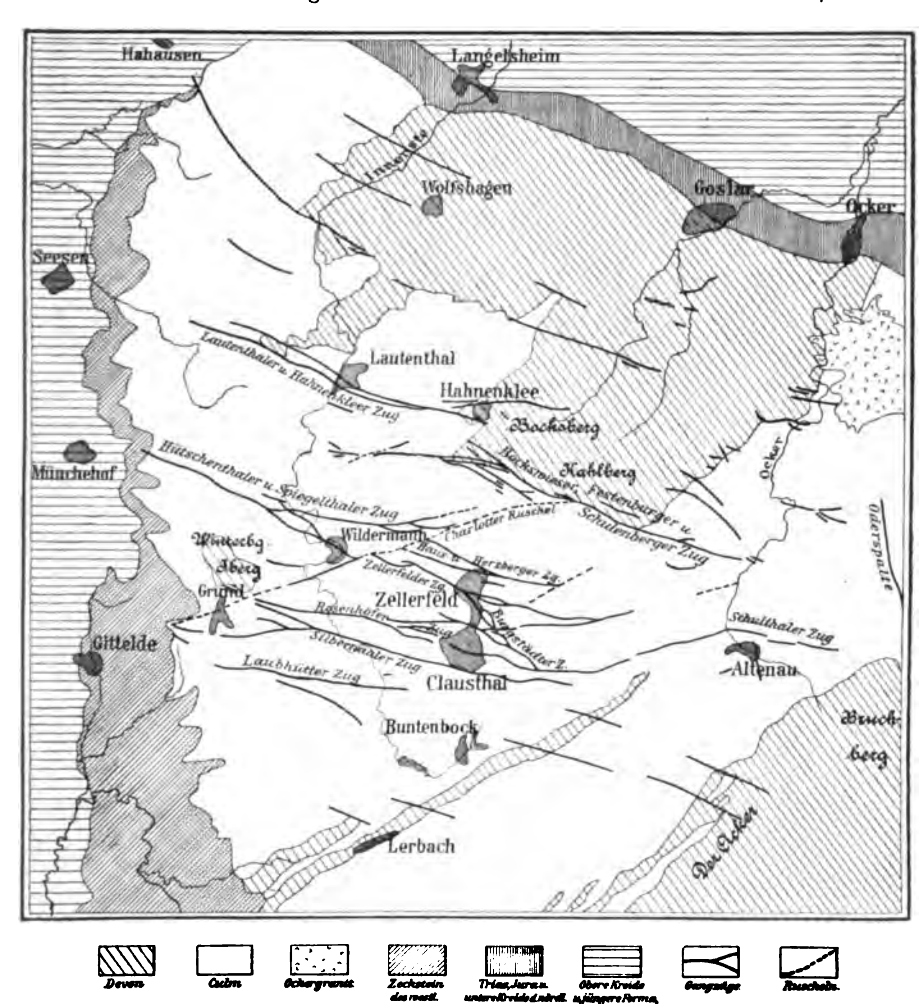


Fig. 156.
Uebersichtsskizze über das Gangsystem des Oberharzes.

Schalke zu 764 m ansteigende Hochfläche bildet einen Theil des nordwestlichen Oberharzes, der nach N. und W. mit steilen Rändern zum vorgelagerten Hügelland

---

[1]) F. Klockmann. *Die Erzlagerstätten des Oberharzes im Werke Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes.* 1895. S. 43—65.

abbricht. Nach SO. hin wird das Plateau durch die Bruchbergkette, nach N. durch den Bergwall des Bocks- und Kahleberges abgegrenzt. Das ganze Revier wird ausschliesslich von dem Kerngebirge des Harzes, also von Unter-, Mittel- und Oberdevon und ganz besonders vom Culm gebildet. Letzterer besteht in seiner unteren Abtheilung aus Thon- und Kieselschiefern, in der oberen vorzugsweise aus Grauwacken. Auf den Schichtenköpfen dieser palaeozoischen Gesteine ruhen discordant nahe am Westrand des Gebirges die Schichten der Zechsteinformation. Die Devon- und Culmschichten sind zu NO. streichenden Falten zusammengeschoben, die vielfach mit Ueberkippungen und Ueberschiebungen verknüpft sind, auch von Spaltenverwerfungen durchschnitten werden. Als Ueberschiebungszonen erweisen sich auch die sogenannten Ruscheln, gangartige Gebilde, die mit stark gefälteltem oder ganz zerquetschtem Nebengestein, Gangthonschiefer genannt, erfüllt sind. In der Umgebung Clausthals kennt man besonders die Faule Ruschel, die mit dem Streichen nach hor. 4—5 den Burgstädter Hauptzug überschneidet, und den sog. Charlotter Gang. Als Spaltenverwerfungen zeigen sich vielfach die Gänge selbst, wie A. v. Groddeck[1]) und schon vor ihm Schmidt zeigten. Verwerfer sind namentlich die Gänge von Bockswiese, die das Devon gegen den Culm um ungefähr 200 m verwerfen (siehe Fig. 94 auf S. 156).

Das Clausthaler Gangsystem besteht aus mehreren Zügen von oft sich schaarenden und sich zertrümernden Einzelgängen. Es werden unterschieden in der Richtung von N. nach S.:

1. der Gegenthal-Wittenberger Zug,
2. der Lautenthal-Hahnenkleer Zug,
3. der Bockswieser-Festenburg-Schulenberger Zug,
4. der Hütschenthal-Spiegelthaler Zug,
5. der Haus Herzberger Zug,
6. der Zellerfelder Hauptzug,
7. der Burgstädter Zug,
8. der Rosenhöfer Zug,
9. der Silbernaaler Zug,
10. der Laubhütter Zug.

Die streichende Länge dieser Züge ist eine bedeutende. Für den Schulenberger ist sie auf 10 km nachgewiesen, für den Gegenthal-Wittenberger Zug ist sie wahrscheinlich noch viel grösser. Alle streichen in den Stunden 7—9 und fallen fast ausnahmslos uuter 70—80° gegen S.

Sie bestehen aus lauter zusammengesetzten Gängen, die zwar meist im Liegenden ein deutliches Salband haben, nach dem Hangenden hin aber durch immer schwächer werdende Trümerbildung allmählich ins Nebengestein hinein ausklingen. Sie stellen also förmliche Trümerzonen dar, deren Mächtigkeit bis 40 m betragen kann, keine geschlossenen Spaltenausfüllungen. Ein gutes Bild einer derartigen Zertrümerung giebt Fig. 157 nach Zirkler[2]).

---

[1]) A. v. Groddeck. *Ueber die Erzgänge des Oberharzes.* Z. d. D. Geol. G. 1866, S. 693—776. — Derselbe. *Erläuterungen zu den „Geognostischen Durchschnitten durch den Oberharz“.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St. 1873, S. 1—11.

[2]) Zirkler im Essener Glückauf 1897, 33. Bd., S. 73.

An den Ruscheln findet beim Rosenhöfer Zug eine Zersplitterung des Ganges, beim Zellerfelder und Burgstädter Zug eine Auslenkung statt, andere gehen ungestört durch die Ueberschiebungsflächen durch. Wohl alle Gänge sind, wie erwähnt, Verwerfer, wenn auch bei den im monotonen Culm aufsetzenden dies nur schwer nachzuweisen ist.

Die Gangfüllung besteht aus Erzen, Gangarten und Fragmenten des Nebengesteines. Das vorherrschende Erz ist silberreicher (0,01—0,3 %) Bleiglanz, daneben, bei Lautenthal vorwaltend, erscheint Zinkblende, nur untergeordnet Kupferkies, Schwefelkies und Markasit, selten Fahlerz und Bournonit. Unter den Gangarten sind Quarz und Kalkspath, mit Ausnahme des schwerspathreichen Silbernaaler und Rosenhöfer Zuges vorherrschend, daneben finden sich Eisenspath, Perlspath und Strontianit. Die Gesteinsfragmente bestehen aus Grauwacke in eckigen Fragmenten oder zerdrücktem Thonschiefer. Die Einschlüsse überwiegen oft gegenüber den Erztrümern bei weitem an Masse. Häufig ist eine regellos massige Gangstructur, nicht selten kommt es zur Ringerzbildung, besonders schön an den Gängen der Grube Ring und Silberschnur bei Zellerfeld (siehe Fig. 134—136, S. 193).

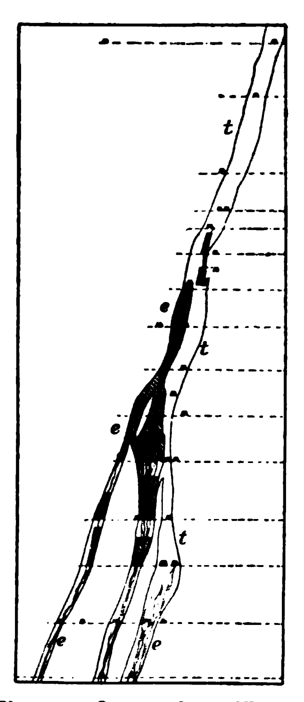


Fig. 157. *Querprofil des Hauptganges der Grube Bergmannstrost, 70 m östlich vom Marienschachte* nach Zirkler.

e erzführende, *t* taube Gangpartien, die schraffirten Stellen abgebaute Räume.

Der Silber-Blei-Bergbau in dem Clausthaler Revier wurde nach A. Lengemann zuerst in bescheidenem Maasse etwa um 1220 begonnen, um 1350 gänzlich aufgelassen, um 1526 aber wieder aufgenommen. Er war in dieser II. Periode zunächst um die neugegründete Bergstadt Zellerfeld concentrirt. Erst 1554 erhielt auch Clausthal die Bergfreiheit. Der grösste Theil der bergmännischen Bevölkerung des Oberharzes war im 16. Jahrhundert aus dem Obererzgebirge zugezogen. 1811 wurde die Bergakademie zu Clausthal gegründet, nachdem schon im Jahre 1775 am dortigen Lyceum ein einjähriger Cursus für Bergbaubeflissene eingerichtet war.

Die Gruben auf der Clausthaler Hochfläche (Clausthal, Lautenthal und Grund) producirten im Jahre 1898 196985 t Roherz.

Weiter, als wie die Clausthaler, weichen vom Typus der edlen Bleierzformation die Gänge von Neudorf-Harzgerode im anhaltischen Ostharz ab[1]).

[1]) Heinr. Credner. *Uebersicht der geogn. Verh. Thüringens und des Harzes.* 1843. S. 123. — Kegel. *Beitrag zur Kenntniss der Neudorf-Harzgeroder Gänge.* B.- u. H.-Z. 1877, S. 397—400. — C. Blömeke. *Ueber die Erzlagerstätten d.*

Hier wird das obersilurische Schieferplateau von mehreren unter einander fast parallelen Gangzügen durchsetzt, unter denen der Dillenberger Zug mit den Gruben am Pfaffenberg und Meisenberg der wichtigste ist. Er besteht aus dem eigentlichen Erzgange und einem Spatheisensteingange, die sich unmittelbar aneinander schliessen oder nur durch ein schmales Bergmittel getrennt sind. Der oft zertrümerte Erzgang besteht aus Spatheisenstein, Quarz, Kalkspath, Flussspath, Bleiglanz, Blende, Fahlerz, Schwefelkies, Kupferkies, Bournonit, wozu bisweilen auch Federerz, Scheelit und Wolfram treten. Die silberhaltigen Bleierze der Neudorfer Gruben hielten Ende der siebziger Jahre im Durchschnitt 40% Blei und 0,061% Silber. Der Spatheisensteingang erscheint bald im Hangenden, bald im Liegenden und kann bis zu 4 m Mächtigkeit erreichen. Das reichliche Miteinbrechen von Flussspath und gelegentliche Auftreten der Zinnerzformation unterscheidet die Neudorfer Gänge von der normalen edlen Bleierzformation.

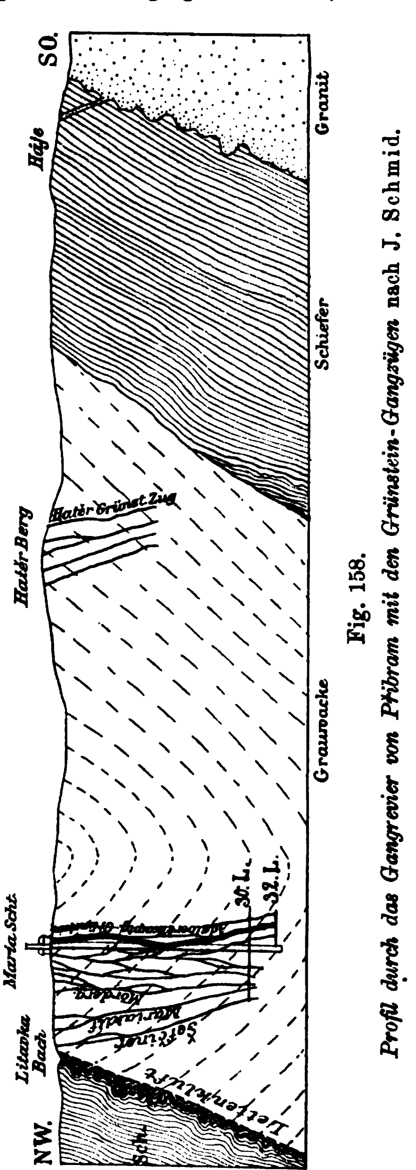


Fig. 158. *Profil durch das Gangrevier von Přibram mit den Grünstein-Gangzügen* nach J. Schmid.

In der österreichischen Monarchie bieten für diese ein gutes Beispiel die Gänge von **Přibram** im inneren Böhmen.

Das eigentliche Přibramer Ganggebiet liegt in einer bergigen Gegend von 500 bis 550 m Meereshöhe. Das herrschende Gestein ist eine quarzitische Grauwacke, die zwar noch keine Versteinerungen geliefert hat, sehr wahrscheinlich aber dem Cambrium zugehört. In einzelnen Bänken wird sie conglomeratisch, auch kommen in der Gegend des Lillschachtes, wie dort verbreitete Blöcke andeuten, Einlagerungen von oolithischem Kalkstein darin vor. Ihre Schichten bilden eine Mulde, wie das nach J. Schmid gezeichnete Profil in Fig. 158 andeutet. Im SO. erscheinen im Liegenden dieser Mulde Thonschiefer von wahrscheinlich präcambrischem Alter, die von Granit durchsetzt und contactmetamorph verändert sind. Der Hornfels un-

---

Harzes. Wien 1885. S. 85. — H. Fischer. *Gutachten über die Anhaltinischen Blei- und Silberwerke.* 1894.

mittelbar am Contact wird von feinkörnigen Granitapophysen durchschwärmt. Die Verbandsverhältnisse zwischen den Grauwacken und den Schiefern scheinen noch nicht ganz klar gelegt. In unserem Profil nahmen wir zwischen diesen beiden Gesteinen eine Discordanz an. Am NW.-Flügel der Grauwackenmulde ist die

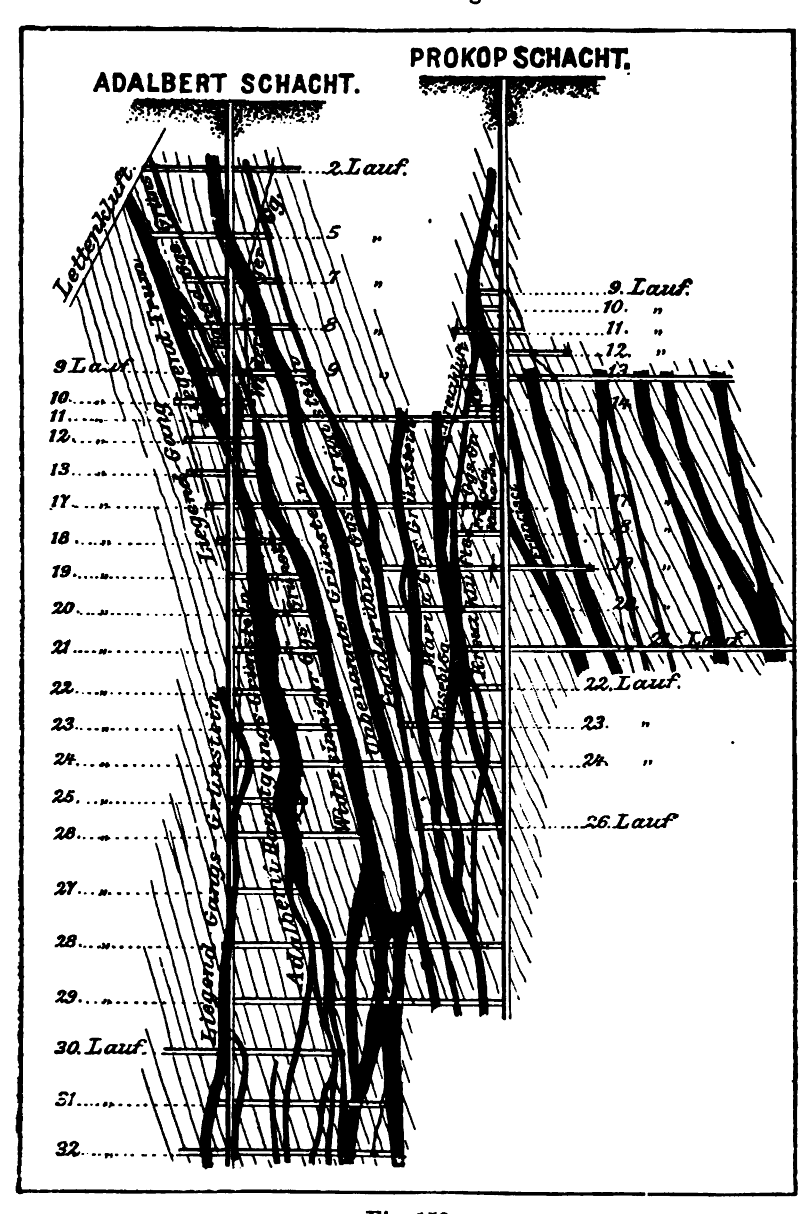


Fig. 159.
Schnitt durch den Adalbert- und Prokop-Schacht nach J. Schmid.

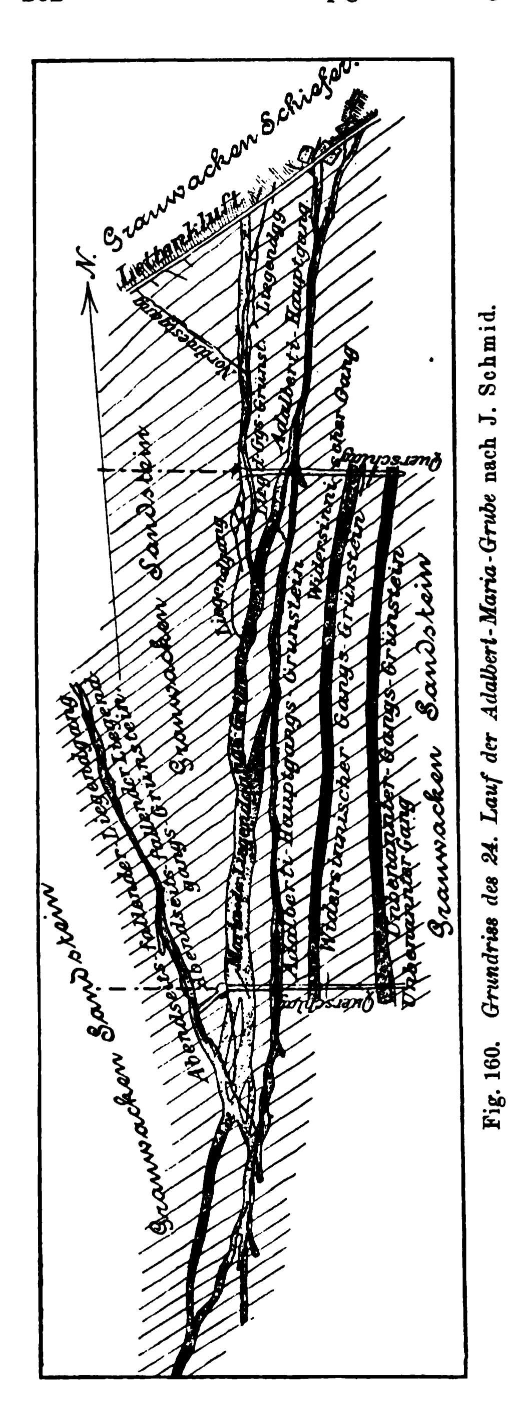


Fig. 160. *Grundriss des 24. Lauf der Adalbert-Maria-Grube* nach J. Schmid.

Lagerung durch eine steil nach NW. einfallende, mit lettigen Massen oder stark zersetztem, höchst verwickelt gefälteltem Schiefer erfüllte Verwerfungskluft, die sog. Lettenkluft, gestört, höchst wahrscheinlich eine Ueberschiebungsfläche längs der die Grauwackenbänke scharf gegen eine zweite Schieferzone absetzen. Die Fältelung des angrenzenden Schiefers ist im Profil angedeutet. Noch weiter nach NW. hin folgen abermals quarzitische Grauwacken.

Die cambrische Grauwackenmulde wird dort, wo die Erzgänge aufsetzen, bei Bohutin und Birkenberg, von zahlreichen, oft stockförmig anschwellenden, 1—30 m mächtigen Grünsteingängen durchzogen, meist Diabasen, seltener auch Dioriten. Diesen Gesteinsgängen folgen die Erzgänge, indem sie bald an ihren Salbändern sich halten, bald in ihrer Mitte parallel ihren Begrenzungsflächen hinziehen. Das auf markscheiderischen Aufnahmen von J. Schmid beruhende Profil in Fig. 159, S. 261 sowie auch der Grundriss in Fig. 160 nach demselben Autor geben eine deutliche Vorstellung von dieser engen Verknüpfung zwischen den Erzgängen und jenen Grünsteingängen. Ausser den bisher genannten Eruptivmassen ist endlich noch ein Stock von Quarzdiorit zu erwähnen, der durch die Grubenbaue westlich vom Stefanschacht bei Bohutin angefahren worden ist. Er ist insofern von Interesse, als die Erzgänge beim Uebergang aus der Grauwacke in diesen Quarzdiorit Blei- und Silbererze verlieren und dafür Antimonglanz aufnehmen. Dieser Eruptivstock wird von einer Contactzone umgeben.

Die wichtigsten und edelsten der Přibramer Erzgänge sind auf ein 4 km langes schmales Gebiet beschränkt, das sich von SW. nach NO. längs der Lettenkluft hinzieht. Treten die Gänge aus der Grauwacke an die Lettenkluft und damit an den stark gefältelten Thonschiefer heran, so ziehen sie sich stark zusammen und vertauben fast völlig, oder sie zerspalten sich in mehrere unbedeutende Trümer, die häufig nach O. hin sich abgelenkt erweisen. Einzelne hat man zwar auf grössere Erstreckung über die Lettenkluft hinaus innerhalb der Schiefer verfolgen können, sie erwiesen sich aber hier weit weniger edel, als wie in der Grauwacke und führten in der Hauptsache nur Spatheisenerz, Braun- und Kalkspath, sowie etwas Blende. Auch im Granitgebiet sind Erzgänge bekannt, sowohl Eisensteingänge, als bleiische, wie z. B. bei Milin und Vrančice, indessen haben diese keine Bedeutung für den Bergbau erlangt.



Fig. 161. *Bild des Adalbert Hauptgang zu Přibram* nach J. Zadrazil bei J. Schmid.

G Grauwacke, *D* Diorit, *q* Quarz, *c* Kalkspath, *g* Bleiglanz, *b* Zinkblende.

Innerhalb der Grauwacke haben die Erzgänge folgenden Charakter: Bis in auffällig beträchtliche Teufe hinab, bis meist zu 60 m, auf dem Segen Gottes Schacht südwestlich von Přibram am dortigen Liegendgang und Nordwestgang sogar bis zu 270 m Teufe, traf man die Gänge im Zustande des Eisernen Hutes. Ihre Füllung wird hier durch Brauneisenerz, Cerussit, Pyromorphit, Malachit, gediegen Silber und secundär als Chalcedon ausgeschiedene Kieselsäure gekennzeichnet. In grösserer Teufe aber nimmt die Gangnatur allenthalben den Charakter von sulfidischen Bleigängen, und zwar in der Hauptsache den der carbonspäthigen Bleierzformation an. Die Gänge bestehen nach J. Schmid in den edleren Mitteln vorzugsweise aus derbem silberhaltigem Bleiglanz, aus Zinkblende, Eisenspath, Quarz und Kalkspath, in den vertaubten Partieen nur aus Eisenspath und Kalkspath. Der Silbergehalt

des Bleiglanzes schwankt zwischen 0,1 bis 0,7 %, eine Abnahme desselben nach der Teufe hin konnte nicht festgestellt werden. Die Zinkblende ist meist, doch nur schwach silberhaltig (0,04—0,06 %). Nur selten steigen diese Gehalte noch höher. Ausser den genannten Mineralien sind auch Bruchstücke des Nebengesteins häufig inmitten der Gangfüllung. Die Structur dieser letzteren ist bald massig, bald lagenförmig, bald trümerreich. Das dem officiellen Werke über Přibram entnommene Gangbild in Fig. 161 vom Adalbert Hauptgang entspricht einem häufiger dort vorkommenden Typus.

In der Anna-Grubenabtheilung und auch anderwärts, besonders in den Tiefbauen, tritt häufig eine andere Art der Gangfüllung auf, dort Dürrerz genannt, die mehr der edlen Quarzformation des Freiberger Gebietes sich nähert. Hier führt eine quarzreiche, an Carbonaten aber arme Gangmasse neben silberhaltigem Bleiglanz auch Rothgiltig, gediegen Silber, Stephanit, Fahlerz und Antimonglanz in meist fein eingestreuten Körnern.

Oft besteht die Kluftfüllung aus mehreren, recht scharf von einander geschiedenen Trümern, einem Bleiglanztrum, ein oder zwei Dürrerztrümern und einem jüngeren Kalkspathtrum. Die Dürrerze gewinnen nach der Teufe zu mehr und mehr an Ausbreitung.

Die Mächtigkeit der Přibramer Erzgänge wechselt nach J. Schmid von der Verdrückung bis zu 8 m. Die wichtigsten Gänge sind der Adalbert Hauptgang, der Abendseitsfallende Liegendgang, der Nordwestgang, der Adalbert-Liegendgang, der Fundgrubengang, der Eusebigang und der Widersinnige Gang.

Der Silberbergbau von Přibram geht angeblich zurück bis in das Jahr 843. In neuerer Zeit ist die Production gewaltig gestiegen. Sie belief sich im Jahre 1898 auf 263979 t Roherze. Es wurden daraus gewonnen 20882 t Reinerze mit 38599 kg Silber und 4826,1 t Blei. Die zur Hütte gelieferten Erze enthielten im Durchschnitt 0,185 % Silber und 23,10 % Blei. Der Grubenbetrieb ist bis in ausserordentlich grosse Tiefen vorgerückt, im Adalbert Schacht bis zu 1099 m.

Als die wichtigste Litteratur möge angeführt sein:

W. Vogelsang. *Die Přibramer Erzniederlage.* Cottas Gangstudien. I. 1850. S. 305—329.

Joh. Grimm. *Die Erzniederlage von Přibram.* 1855, und mehrere spätere Aufsätze desselben Verfassers.

Babanek. *Zur Kenntniss der Přibramer Erzgänge.* Oesterr. Z. f. B. u. H. S. 1878.

J. Schmid. *Bilder von den Erzlagerstätten zu Přibram.* Herausgeg. vom k. k. Ackerbauministerium, 1887, nebst Atlas. Enthält eiue Bibliographie der Lagerstätte.

F. Pošepny. *Beitrag zur Kenntniss der montangeolog. Verhältnisse von Přibram.* Archiv f. prakt. Geol. II. Freiberg 1895. S. 609—745,

---

Als ein freilich nur unbedeutendes Beispiel aus den österreichischen Alpen mögen die von R. Canaval[1]) beschriebenen Gänge bei Metnitz und Zweinitz in Kärnthen erwähnt sein.

---

[1]) R. Canaval. *Die Blende und Bleiglanz führenden Gänge bei Metnitz und Zweinitz in Kärnthen.* Carinthia II. No. 4. 1899.

Bekannt geworden durch die dort stattfindenden gefährlichen Kohlensäureausbrüche ist das Ganggebiet von **Mazarrón** in der spanischen Provinz Murcia.

Hier bauten schon die alten Römer. Das Grundgebirge besteht aus Glimmer- und Talkschiefern, die in Thon-, Chlorit- und Amphibolschiefer übergehen, und aus krystallinen Kalksteinen. Diese werden von tertiären Schichten überdeckt. Die schichtigen Gesteine sind von Liparitstöcken durchsetzt. Letztere werden an der Cabeza de San Christobal von den meist nach NS. streichenden Erzgängen durchzogen, die demnach sehr jugendlichen Alters sind. Sowie diese in den Schiefer hineinsetzen, keilen sie sich aus. Einer, Las Láguenas, hält sich genau am Contact zwischen beiden Gesteinen. Die Füllung der Gangspalten besteht aus zerrüttetem Liparit, silberreichem Bleiglanz, Blende, Eisenkies und Eisenspath. Von 400—500 m Teufe ab verarmen die Gänge. Auch ihre Längenerstreckung ist unbedeutend, während die Mächtigkeit bis 16 m ansteigen kann (Gang Prodigio).

Die Kohlensäureexplosionen fanden stets dann statt, wenn der Schiefer angehauen wurde. Zugleich erfolgten Ausbrüche von Wasser von 35° C. Durch die rapide Ausbreitung des Gases und das Fortschleudern von Gesteinsmassen wurden wiederholt Unglücksfälle verursacht. Der Gasausbruch auf der Grube Triumfo in 440 m Tiefe lieferte 200 cbm Schuttmassen und erfüllte zwei Abbauhorizonte mit dem Gas.

Als amerikanisches Beispiel für die carbonspäthige Bleierzformation sei das Vorkommniss der Grube Enterprise bei **Rico** im südwestlichen **Colorado** gewählt.

Nach T. A. Rickard[2]) werden hier schwach geneigte untercarbonische Schiefer, Kalksteine und Sandsteine von zwei Gangsystemen durchsetzt. Das eine streicht NO. und fällt sehr steil ein, das andere streicht NS. und besitzt ein flaches Einfallen. Die Klüfte des ersteren, die sog. „Verticals" sind erzführend, die des zweiten kommen nur als jene veredelnde „cross veins" in Betracht, sind aber sonst erzarme Quarzgänge. Die Erzgänge lassen sich nach oben hin nicht über einen bestimmten Horizont hinauf verfolgen, dem sog. „Contact". Dieser besteht aus einem stark zerklüfteten Kalkstein, der von festen, aber schmiegsamen schieferigen Schichten überlagert wird (siehe S. 133). Innerhalb dieser „Contactzone" haben sich durch seitliche Infiltration von den oberen Gangtheilen aus auch reiche schichtige Erzniederlagen herausgebildet. Nach der entgegengesetzten Richtung hin, nach der Tiefe zu, hören zwar die Erzgänge nicht auf, wohl aber verändert sich ihr Charakter. Ihre Erz- und Manganspathführung nimmt nämlich in 30—45 m Tiefe unter der „Contactzone" ein Ende und sie enthalten von hier ab nur noch tauben Quarz und verdrücktes Nebengestein. Sämmtliche Gänge sind Verwerfungsklüfte mit geringer Sprunghöhe und geringer, selten 0,3 m überschreitender Mächtigkeit. In ihrer Ausbildung zeigen sie sich sehr abhängig vom jeweiligen Nebengestein. Im Sandstein

---

[1]) D. F. Villasante y Gomez. *La industria de Mazarrón.* 1892. — *Sur les filons de Mazarrón.* Revista Min., No. 1393—1396, 1902.

Commissionsbericht von D. F. Iznardi u. a. Revista Min., 1902, No. 1873.

[2]) T. A. Rickard. *The Enterprise Mine, Rico, Colorado.* Trans. of the Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, S. 906 ff.

stellen sie eine einheitliche Kluftfüllung dar, im Kalkstein lösen sie sich gern in einen Trümerzug auf. Ihre Füllung besteht aus Manganspath und Quarz mit Bleiglanz, Zinkblende, Eisen- und Kupferkies, Argentit und Stephanit. Häufig ist ihre Structur eine ausgezeichnet lagenförmige, manchmal zeigen die Quarzbänder Kammstructur. In einem Punkte weichen diese Gänge von der normalen Ausbildung der Gruppe, in die wir sie eingereiht haben, ab, sie führen gelegentlich neben gediegen Silber auch gediegen Gold. Das Beispiel bezeichnet so einen Uebergang der carbonspäthigen Bleierzformation nach der Silber-Golderzformation.

Der Erzreichthum der Gegend von Rico wurde zwar schon 1864 entdeckt, aber erst 1881 begann sich dort der rege und ertragsreiche Bergbaubetrieb zu entwickeln, deren Mittelpunkte die Gruben Enterprise und Rio-Aspen bilden.

Auch die in den Quarziten der Coer d'Alene-Berge in Idaho aufsetzenden Gänge, deren Hauptgangart Eisenspath ist, gehören hierher[1]. (Siehe auch später.)

Als ein extremes Glied der carbonspäthigen Bleierzformation können die beiden reinen Zinkblendegänge mit Kalkspath und etwas Hornstein als Gangart bezeichnet werden, die im Granit bei Merklin, südwestlich von Pilsen in Böhmen aufsetzen.

Nach E. Rüger[2] streichen sie nach NW. und gehören tektonisch zu dem System der Bleigänge von Mies. Besonders der südliche Gang war Gegenstand des seit kurzem ruhenden Bergbaues. Die Gangmasse enthielt viele eckige Bruchstücke zersetzten Granites eingebettet, mitunter auch senkrecht zur Streichrichtung gelagerte, linsenförmige Massen von unreinem Graphit. Die mineralische Füllung bestand bei geringerer Mächtigkeit nur aus Zinkblende, bei grösserer aus Kalkspath mit Blende, wobei dann auch das Nebengestein sich mit Blende imprägnirt erwies. In den oberen Teufen fand man Smithsonit und Calamin. Sehr merkwürdig ist die Erscheinung, dass die Zinkblendegänge beim Uebertritt in den (präcambrischen?) Thonschiefer mehr und mehr Bleiglanz aufnehmen, der schliesslich vorherrscht. Merklin wurde erst 1842 fündig. Die Jahresproduction betrug zeitweilig gegen 2000 t Zinkerze von ungefähr 52% Zinkgehalt.

11. Gänge der barytischen Bleierzformation.

Bei dieser Formation sind die Gangarten hauptsächlich durch Schwerspath, Flussspath und Quarz oder Hornstein nebst Kalkspath vertreten, die gewöhnlich mit ausgezeichnet dünnlagenförmiger Structur untereinander verbunden sind. Der Schwerspath ist besonders in einer feinkrystallinen, krummschaligen Varietät (Kalkbaryt), verbreitet, der Flussspath in sehr verschiedenen, vorzüglich grünen und gelben Farbentönen. Die Erze, die ebenfalls dünne Krusten bilden oder eingesprengt innerhalb der Gangarten erscheinen, sind in erster Linie silberhaltiger Bleiglanz, häufig grossblätterig entwickelt, Schwefelkies und Markasit,

---

[1] W. Lindgren. *Metasomatic Processes in Fissure-Veins.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900. p. 103.

[2] Briefliche Mittheilung an den Verfasser.

ferner Zinkblende, Kupferkies, Kupferfahlerz und mitunter auch edle Silbererze.

Im Freiberger Ganggebiet (siehe S. 247) trifft man die hervorragendsten Vertreter dieser Formation in der Gegend von Halsbrücke, wo der Halsbrücker Spat und der Drei Prinzen Spat besonders hervorzuheben sind. Diese Gänge streichen sämmtlich nach der hercynischen Richtung, nach NW., als Spatgänge und Flache Gänge, und fallen gewöhnlich steil nach NO. Sie durchsetzen bei Halsbrücke selbst den Biotitgneiss, weiter nördlich auch Glimmerschiefer und Granulit. Die genannten Hauptgänge zeichnen sich durch bedeutende Mächtigkeit aus, gewöhnlich zwischen 1—4 m, stellenweise bis zu 6 m. Ihrem Alter nach sind sie die jüngsten unter den Freiberger Erzgängen, sie durchsetzen öfters die kiesigen und edlen Bleigänge und die edlen Quarzgänge und verwerfen sie. Auf dem Halsbrücker Spat ist nach H. Müller (l. c.) „neben dem normalen, silberarmen Bleiglanz führenden, sogenannten weichen Trume noch ein sogenanntes hartes Trum entwickelt, welches wesentlich aus krystallinischem und hornsteinartigem Quarz mit geradschaligem Schwerspath, Flussspath, silberreichem Fahlerz, Bleiglanz von gewöhnlich 0,02—0,08 % Silbergehalt, Antimonsilberblende und Arsensilberblende, Bournonit und Kupferkies besteht. Beide Haupttrümer gehen gegen NW. hin in dem Grubenfelde von Kurprinz Friedrich August Erbstolln bei Grossschirma auseinander und werden dort als separate Gänge, und zwar das weiche Trum unter dem Namen Drei Prinzen Spat (siehe das Gangbild S. 189), das harte Trum unter dem Namen Ludwig Spat bebaut“.

Ein besonderes Verhalten zeigen die ausser den genannten Hauptvertretern nicht eben sehr reichen Gänge der barytischen Bleierzformation des engeren Freiberger Reviers, dort, wo sie Kreuze mit den älteren Erzgängen, besonders den kiesigen Bleierzgängen bilden. Auf diesen Kreuzen nämlich sind sie die Träger reicher Silbererze, „edler Geschicke“, wie namentlich Silberglanz, Rothgiltig, Akanthit, Eugenglanz, Melanglanz, gediegen Silber und Fahlerz, die dann gewöhnlich mit Carbonspäthen einbrechen, selten auch von Nickel- und Kobalterzen begleitet werden. Besonders ertragreich waren derartige edle Kreuze auf der Grube Himmelfahrt unmittelbar vor der Stadt, besonders die Kreuze des Neu Hoffnung Flachen, des Ludwig Flachen und Ludwig Spat, des Abraham Spat und des Friedrich Spat mit den dortigen kiesigen Bleierzgängen. 1 qm Gangfläche enthielt hier bisweilen reiche Silbererzmittel bis zu mehreren Tausend Mark im Werth.

In sehr typischer Entwicklung konnte man ehedem ferner die barytische Bleierzformation auf dem Tobias Flachen, Hilfe Gottes Morgengang und Friedrich Flachen bei Segen Gottes Erbstolln zu Gersdorf unweit von Rosswein in Sachsen beobachten. Bei diesen Gängen war die dünnlagenförmige Structur in wundervoller Weise entwickelt. Häufig

fanden sich prächtige Flussspathdrusen, die in alle grösseren Sammlungen von dorther gelangt sind, vorzüglich mit schön dunkelweingelben Würfeln. Diese Grube, die noch in den 50er Jahren gute Anbrüche hatte, ist zur Zeit auflässig.

Ein anderes Verbreitungsgebiet der barytischen Bleierzformation in Sachsen bildet eine 2—3 km breite Zone zwischen den Städten Mittweida und Oederan in einer Länge von ungefähr 24 km[1]).

Meist sind es Spat- und Flache Gänge, die hier zu ganzen Gangzügen sich vereint haben. Noch in den 80er Jahren ging innerhalb dieses Landstriches ein früher nicht unbedeutender Bergbau um und zwar am rechten Gehänge der Zschopau, auf Alte Hoffnung Erbstolln bei Schönborn. Der dortige Gangzug durchsetzt eine zwischen die Granulite eingeschaltete Schieferpartie (Gneissglimmerschiefer, Biotitgneiss, Cordieritgneiss, Amphibolschiefer, alaunschieferartigen Thonschiefer und Quarzitschiefer), zum kleinen Theil auch Granulit und Granit. Der Hauptgang, der Clementine Spat streicht durchschnittlich N. 60° W. und fällt unter 60—80° nach NO. Seine Mächtigkeit schwankt gewöhnlich zwischen 1,5—2,5 m, steigt aber ausnahmsweise bis zu 7 m dort, wo sich Seitentrümer mit dem Hauptgange vereinigen. Quarz, Flussspath, Schwerspath und Kalkspath mit Bleiglanz, Eisenkies, Kupferkies und Kupferfahlerz nebst Schollen und Bruchstücken des Nebengesteins bilden in der Hauptsache die Ausfüllung des meist massig, seltener lagenförmig ausgebildeten Ganges. Der Bleiglanz kam in zwei Varietäten vor; grobblätterig mit 0,02—0,03% Silber und feinblätterig (feinspeisig) mit 0,05—0,10% Silber. Der höhere Gehalt des letzteren wird fein beigemengtem Fahlerz zugeschrieben.

Der Bergbau von Schönborn lässt sich bis ins 12. Jahrhundert zurückverfolgen (Ermisch). 1847 wurde er wieder aufgenommen, ruht aber seit einem Jahrzehnt.

Auch die Gänge bei Hilfe Gottes zu Memmendorf unweit von Oederan, von denen wir in Fig. 129 auf S. 188 eine typische Gangstufe abbildeten, gehören zu dieser Zone von Gängen.

Von den barytischen Bleierzgängen führen übrigens allmähliche Uebergänge hinüber zu den tauben Schwerspathgängen, die an mehreren Punkten des sächsischen Erzgebirges abgebaut werden, wie z. B. in der Gegend von Aue.

Aus dem übrigen Deutschland würden als Beispiele anzuziehen sein die von A. Schmidt[2]) beschriebenen Gänge im Münsterthale im südlichen Schwarzwald, so namentlich der Schindlergang und der Teufelsgrunder Gang, wie das bereits B. von Cotta[3]) hervorgehoben hatte. Auch manche Gänge des Kinzigthales bei Schapbach gehören hierher.

---

[1]) H. Müller. *Die Erzlagerstätten der Sectionen Mittweida, Frankenberg und Schellenberg.* Leipzig 1881, in Erläut. z. Sect. Frankenberg-Hainichen. S. 84—120.

[2]) A. Schmidt. *Geologie des Münsterthales.* II. Theil. *Erzgänge und Bergbau.* Heidelberg 1889.

[3]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 177.

Auf der iberischen Halbinsel findet sich dieser Typus in dem Gangreviere von Hien de la Encina in der Sierra de Guadalajara zwischen Madrid und Saragossa, in einem hochgelegenen, aus Glimmerschiefer und Gneiss aufgebauten Gebirgsland. Die Gangarten bilden hier Schwerspath, Quarz und Eisenspath. Unter den Erzen herrschen Silberglanz und andere edle Silbererze so vor, dass der Habitus der Lagerstätte sich mehr den Edlen Silbererzgängen nähert[1]).

Ebenfalls schon mehr hinüber zu den edlen Silbererzformationen leiten die sehr reichen barytischen Bleierzgänge im Bergrevier von Sarrabus im südwestlichen Theil der Insel Sardinien[2]).

Die Gegend wird aus untersilurischen Schiefern zusammengesetzt, die nach S. zu an ein Granitmassiv angrenzen, das sie contactmetamorph verändert hat. Die meist OW. streichenden Erzgänge, die diese Schiefer durchsetzen, sind gewöhnlich als Doppelgänge entwickelt. Man unterscheidet an ihnen ein älteres Trum von fein krystallinem Schwerspath mit etwas Kalkspath und Quarz und von grobblätterigem silberarmen Bleiglanz mit wenig Blende, sowie ein jüngeres Trum von röthlichem, blätterigem Schwerspath, von Kalkspath und Flussspath mit silberreichem Bleiglanz, silberreicher Blende mit stark glänzenden Spaltflächen, sowie mit gediegen Silber, Chlorsilber, Argentit, Stephanit, Pyrargyrit und Proustit. Nur accessorisch brechen mit ein Pyrit, Markasit, Arsenkies, Kupferkies, Molybdänglanz, sowie Kobalt- und Nickelerze.

Die Gänge wurden zwar schon 1622 in Angriff genommen, ein lebhafter Betrieb darauf besteht indessen erst seit 1870 und hat in den siebziger Jahren reiche Erträge geliefert.

ε) Gänge der edlen Silbererzformation.

Allmähliche Uebergänge verbinden die Gänge der Bleierzformationen mit denen der edlen Silbererzformationen, wo nun edle Silbererze, die bei jenen nur gelegentlich mit zugegen waren, entschieden vorherrschen und den Gängen das eigentliche Gepräge verleihen. Man kann auch hier versuchen, in das Gewirre von Beispielen einigermaassen Ordnung zu bringen durch eine dem natürlichen Vorkommen entsprechende Gruppirung. Wollte man aber hier, wie es bei anderen Ganggruppen geschehen ist, bloss nach der vorherrschenden Gangart eintheilen, so würde eng Zusammengehöriges auseinander gerissen werden müssen. Wir schlagen daher ein combinirtes Verfahren ein, wenn es auch nicht

---

[1]) Derselbe. *Erzlagerstätten.* II. S. 443. — Fuchs et De Launay. *Traité des Gîtes Minéraux.* II. p. 778.

[2]) Traverso. *Giacimenti a mineral d'argento del Sarrabus.* Ann. Mus. Civico Genova. 1880—81. 16. 493. — De Castro. *Descriptione et carta geologica de la zona argentifera del Sarrabus.* 1890. — Fuchs et de Launay. *Traité.* 1893. II. p. 769—776.

consequent ist. Zwei Gruppen heben wir nach den vorherrschenden Gangarten heraus, es sind solche, bei denen ausschliesslich edle Silbererze für die Charakteristik der Gänge in Frage kommen. Zwei weitere Gruppen aber kennzeichnen wir durch die reichlich mit anwesenden Erze einer bestimmten anderen Art, indem wir auf die Gangart, weil diese hier nicht immer gleichmässig entwickelt ist, weniger Gewicht legen.

Es lassen sich alsdann unterscheiden:

A. Gänge mit alleinherrschenden edlen Silbererzen;

1. solche mit vorwiegend Quarz als Gangart, als Gänge der edlen Quarzformation;
2. solche mit vorwiegend Kalkspath als Gangart, als Gänge der edlen Kalkspathformation;

B. Gänge mit edlen Silbererzen und einer charakteristischen anderen Erzgruppe;

1. solche, bei denen viele Kupfererze betheiligt sind, mit vorwaltendem Schwerspath als Gangart, häufig aber auch mit Quarz und Carbonspäthen, als edle Silber-Kupfererzformation;
2. solche, bei denen viele Kobalterze, nebst Nickel-Wismuth- und Uranerzen zugegen sind, mit Quarz oder Carbonspäthen als Gangarten, als edle Silber-Kobalterzformation.

Man hätte auch noch eine weitere Gruppe der Silber-Golderzgänge hier anfügen können. Es zeigte sich aber, dass der am meisten hervorstechende Charakter dieser letzteren doch durch das Gold, nicht durch das Silber erzeugt wird, vor allen Dingen auch in ökonomischer Beziehung. Deshalb wurden diese Silber-Golderzgänge nicht hier, sondern an die eigentlichen Golderzgänge angegliedert. Aus dem eben Gesagten geht schon jetzt hervor, dass gerade die edlen Silbererzformationen vielfach keine sehr scharfe Abgrenzung gestatten, vielmehr in Folge von häufigen Uebergängen nach sehr verschiedenen anderen Gangtypen mitunter recht verschwommene Bilder liefern müssen. Es wird sich das bei der eingehenderen Darstellung noch viel mehr zeigen. Hierbei wird übrigens auch noch das geologische Alter der einzelnen Gruppen zu deren Charakteristik herbeigezogen werden können.

Wir lassen die Schilderung der Einzelgruppen folgen.

12. Gänge der edlen Quarzformation.

Weisser oder grauer gemeiner Quarz oder Hornstein bilden die Hauptmasse dieser Gänge, deren Structur recht häufig eine breccienartige ist, indem Bruchstücke des Nebengesteins oder einer älteren quarzigen Gangfüllung wiederum von Quarz zusammengehalten werden. In dieser Hauptgangart gewöhnlich ziemlich fein eingesprengt, seltener zu grösseren Nestern, Striemen oder Trümchen vereint, finden sich die Erze, und zwar vorwiegend edle Silbererze, als gediegen Silber, Silberglanz, Rothgiltigerz u. a., aber auch silberhaltiger Arsenkies und Eisenkies, seltener silberreiche Zinkblende und Bleiglanz. Dieses Erzgemisch besitzt gewöhnlich auch einen geringen Goldgehalt. Einige Abweichungen von diesem vorherrschenden Charakter und einige seltenere Bestandtheile werden bei den nun folgenden einzelnen Beispielen erörtert und aufgeführt werden.

Wir beginnen deren Reihe mit den Vorkommnissen der edlen Quarzformation in der Gegend von Freiberg in Sachsen (siehe S. 247).

Nach H. Müller[1]) sind die edlen Quarzgänge besonders zahlreich im Norden und Westen der Stadt, in dem Gebiete des oberen, kleinkörnig-schuppigen Biotitgneisses und des Glimmerschiefers zu einem wichtigen Gangzuge gruppirt, welcher in der Breite von ca. 9 km aus der Gegend des unteren Muldenthales zwischen Hohentanne und Zella bei Nossen in südwestlicher Richtung auf 22 km Länge über Bräunsdorf und Oberschöna bis in die Gegend von Oederan sich erstreckt. Die einzelnen Gänge streichen meist zwischen NNO. und ONO. und fallen gegen NW. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0,1 — 1 m. Einzelne sind bis zu 2600 m Längenstreckung und bis 460 m Teufe aufgeschlossen worden. Es gilt für sie die obenan stehende allgemeine Charakteristik mit folgenden Zusätzen: Neben der quarzigen Hauptgangart erscheinen bisweilen untergeordnet auch Braun-, Kalk- und Manganspath. Neben den schon angeführten Erzen finden sich noch Weissgiltigerz, Fahlerz, Miargyrit, Melanglanz, Eugenglanz, Freieslebenit, Xanthokon, Feuerblende, Manganblende, Kupferkies, Markasit, Haarkies, Antimonglanz, Berthierit, Antimonblende, Bournonit, Zinkenit, Jamesonit u. a. Arsenkies hält manchmal bis zu 0,3 % Silber, Eisenkies bis zu 0,5, ja bis 1,2 %, Bleiglanz und Zinkblende meist noch mehr. Die Zinkblende ist dunkelfarbig und „verglast", d. h. mit Glaserzhäutchen auf Spaltflächen belegt oder mit Glaserzkörnchen innig verwachsen, woher ihr

---

[1]) H. Müller in *Freibergs Berg- und Hüttenwesen* S. 29. (u. a. O.) und in *Erzgänge des Freiberger Bergrevieres.* 1901. S. 77.

hoher Silbergehalt rührt. Die kiesigen und antimonigen Erze halten 0,5—8 g pro t Gold. Grössere derbe Erzmittel sind selten, meist vielmehr ist der Erzgehalt fein eingesprengt, auch sind die edlen Silbererze gern als aufsitzende Kryställchen in kleinen Drusen vertheilt. Die ungemein feine Vertheilung der edlen Erze in der quarzigen Gangart geht aus dem mikroskopischen Bilde hervor, dass diese letztere gewährt. Wir geben in Fig. 162 ein solches Dünnschliffbild, das auch im Hinblick auf die Art der Aufbereitung solcher Erze Interesse gewährt. Die Gangstructur ist massig oder breccienartig.



Fig. 162. *Dünnschliff eines grau gefärbten Quarzes eines Freiberger Edlen Quarzganges mit äusserst fein vertheiltem Glaserz und anderen edlen Silbererzen* (Umrisse der Quarze bei polarisirtem Licht gezeichnet). Vergr. 50.

Innerhalb dieses Gangzuges hatten ehedem die grösste Bedeutung und repräsentirten zugleich den Charakter ihrer Formation am reinsten die Gänge des sogenannten „Schwarzen Gebirges" von Bräunsdorf, einer sehr unregelmässig gestalteten Scholle von schwarzem, kohlereichem, alaunschieferähnlichem Gestein inmitten des Glimmerschiefers. J. C. Freiesleben nannte daher die ganze Formation „die Bräunsdorfer". Im „schwarzen Gebirge" löst sich nach H. Müller[1]) der mächtige Neue Hoffnung Gottes Stehende, der Hauptgang, von 300 m Teufe ab in einen ganzen Zug von kleineren Gängen auf, wie den Verlornen Hoffnung Stehenden, Felix Morgengang, Aaron Morgengang, Jupiter Morgengang, Zweifler Stehenden, Augustus Spat u. a. Alle diese von 5 cm bis über 2 m mächtigen Einzelgänge zertrümern sich wiederum in zahllose Nebentrümer. Dieses ganze Trümernetz zieht sich von NO. nach SW. durch das „Schwarze Gebirge" hin, sendet aber nur selten kurze Ausläufer in den angrenzenden Glimmerschiefer hinein. Die wichtigsten Erze der Bräunsdorfer Gänge waren das dort sogenannte Weisserz, d. i. ein sehr silberreicher Arsenkies[2]), Rothgiltigerz, Miargyrit, gediegen Silber, Antimonglanz, Antimonblende und Berthierit. Neben der bei weitem vorherrschenden quarzigen Gangart traten auch Carbonspäthe, Mangan-, Braun- und Kalkspath, selten auch Flussspath, Schwerspath u. a. als accessorische Bestandtheile auf.

---

[1]) H. Müller. *Erzlagerstätten nördlich und nordwestlich bei Freiberg* in B. v. Cotta's Gangstudien. I. S. 174.

[2]) Wie A. Frenzel nachwies, ein mit Pyrargyrit vermengter Arsenkies. Citirt bei H. Müller 1901. S. 84.

Etwas weiter nach SO. hin liegen die alten Gruben von Oberschöna, deren eine, Zenith, noch in den Jahren 1879—1893 im Betrieb war. Hier baute man ebenfalls auf typischen edlen Quarzgängen.

Den Bräunsdorfer Gängen analog ist der Peter Stehende der Grube Christbescherung bei Grossvoigtsberg, die noch jetzt im Betrieb steht. Auch die Gänge von Emanuel Erbstolln bei Nieder-Reinsberg, Romanus Erbstolln und Vereinigt Feld bei Siebenlehn sind hier anzuführen, von denen die letztgenannte Grube noch einen unbedeutenden Betrieb unterhält.

Die Gänge der erst seit kurzem auflässigen Grube Gesegnete Bergmanns Hoffnung bei Obergruna, besonders der Helmrich Spat und der Traugott Spat (siehe Fig. 126 auf S. 184) zeigen den Typus der edlen Quarzformation nicht ganz rein. Sie sind besonders reich an silberreicher Blende („verglaster" Blende) und Bleiglanz, sowie auch an Schwefelkies und silberarmem Arsenkies, die als „grobe Geschicke" auch in den reicheren Erzfällen den Erzen der „edlen Geschicke", den eigentlichen Silbererzen, sich beigesellen.

Auch die Gänge der benachbarten, immer noch in Blüthe stehenden Grube Alte Hoffnung Gottes zu Klein-Voigtsberg, besonders die dortigen reichen Hauptgänge, der Peter Stehende und der Christliche Hilfe Stehende, sind keine reinen edlen Quarzgänge, sondern Uebergangsformen, die hinüberleiten zur carbonspäthigen Bleierzformation (edlen Braunspathformation). Neben Quarz führen sie viel Mangan-, Braun- und Kalkspath, neben den edlen Silbererzen brechen viel grobe Geschicke mit ein. Diese Grube ist die letzte des engeren Freiberger Reviers, die dank ihrer reichen Anbrüche trotz des Silbersturzes bis auf die allerletzte Zeit Ausbeute gab.

Weiter entlegen von Freiberg ist das Vorkommen der typischen edlen Quarzformation der Grube Friedrich August bei Reichenau unweit von Frauenstein, die noch Mitte der 70er Jahre in Betrieb stand. Gerade in dieser Grube, wie auch auf Emanuel Erbstolln bei Drehfeld, konnte die für die Altersbestimmung wichtige Thatsache beobachtet werden, dass die edlen Quarzgänge von den permischen Quarzporphyren durchsetzt werden.

Auch in der Granulitformation von Rosswein, besonders im Flasergabbro von Gersdorf und Wolfsthal setzen edle Quarzgänge auf, ferner im Gneissgebiet bei Grossdorfhain und Höckendorf bei Tharandt (Grube „Unverhofft Glück" und „Edle Krone"), bei Reichstädt und Ammelsdorf bei Dippoldiswalde, alles Punkte, an denen der Bergbau jetzt erloschen ist.

Ferner sind im nahen Böhmen in früherer Zeit edle Quarzgänge abgebaut worden, so bei Nicklasberg und Klostergrab im böhmischen Erzgebirge, bei Adamstadt und Rudolstadt nordöstlich von Budweis.

Unter den Gängen des Kinzigthales im Schwarzwald vertreten die des Morgenzuges diesen Typus[1]).

Zahlreiche Vorkommnisse der edlen Quarzformation in aussereuropäischen Ländern weichen insofern von dem erzgebirgischen Urtypus ab, als sie viel jüngere Bildungen darstellen.

Dort, wo sie zugleich, wie bei Pachuca und Real del Monte, an Andesite und andere tertiäre Eruptivmassen geknüpft sind, und wo zugleich ein, wenn auch geringer Goldgehalt sich einstellt, ist es schwer, die Grenze zu ziehen zwischen solchen Gängen und denen der Silber-Golderzformation.

Unter diesen Vorkommnissen dürfen die erste Stelle beanspruchen die in Mexico. Die meisten Silbererzgänge dieses Landes[2]) können ihrer Zusammensetzung nach am passendsten an diesem Platze unseres Systems eingereiht werden. Mit wenigen Ausnahmen ist ihre vorherrschende Gangart ein krystalliner, oft violettgefärbter Quarz, zu dem sich nur untergeordnet etwas Calcit und Rhodonit gesellen. Die Erze bestehen in den von späteren Umwandlungen unberührten Zonen der Gänge wesentlich aus Rothgiltig, Proustit und Pyrargyrit, denen sich mit wachsender Tiefe mehr und mehr Fahlerz, schliesslich auch Zinkblende und Eisenkies anschliessen, sodass der Adel langsam sich verringert. Was jene späteren Umwandlungen betrifft, so hat sich unmittelbar über der primären Gangregion zunächst eine Zone mit einfachen Silbersulfiden herausgebildet, welche die reichsten Bonanzas zu enthalten pflegte, über dieser eine zweite, reich an Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers und endlich der eigentliche Eiserne Hut mit vorherrschendem gediegen Silber, aber gewöhnlich von mässigem Reichthum (siehe hierüber auch unter Eiserner Hut). Diese Silbererzgänge durchsetzen sehr verschiedene Gesteine. Nach Fuchs und de Launay durchschneidet der berühmte Gang Veta Madre bei Guanajuato[3]) von über Tage an zunächst ein rothes Syenitconglomerat, hierauf Talk- und Alaunschiefer. Dieser Gang war ehemals der reichste des Landes. Er allein lieferte

---

[1]) Vogelgesang. *Geogn.-bergm. Beschr. des Kinzigthaler Bergbaues.* Carlsruhe 1865. S. 9.

[2]) Fuchs et De Launay. *Traité des Gîtes Minéraux.* 1893. S. 811—829, vorzüglich nach den Reiseberichten von Ed. Fuchs.

[3]) Ueber die Lage der mexicanischen Lagerstätten belehrt die *Carta Minera de la Republica Mexicana por Antonio del Castillo.* 1893. Mexico. 1 : 2 000 000.

in den Jahren von 1548 bis 1832 gegen 14000 t Silber. Die Gänge von Zacatecas und Fresnillo durchsetzen ähnliche Conglomerate, ferner Porphyrtuffe, Thonschiefer und Kalkschiefer, die mit Quarziten wechsellagern. Bei Catorce endlich werden Hornblendeporphyrite von den Erzgängen durchzogen. Da diese Hornblendeporphyrite Kalksteine des weissen Jura mit Perisphinctes plicatilis etc. durchsetzen, ist dort das postjurassische Alter der Erzgänge ausser Zweifel gestellt. Etwas ausführlicher wollen wir uns über die berühmten Gänge von Pachuca und Real del Monte, die in NNO. von der Hauptstadt gelegen sind, verbreiten auf Grundlage der officiellen Darstellung durch die mexicanische geologische Landesanstalt[1]).

Das Grubengebiet von Pachuca liegt etwa 150 km in NNO. von der Stadt Mexico in dem Gebiete der gleichnamigen Sierra. Mit einer Ausdehnung von etwa 20 qkm ist es zugleich der bedeutendste und älteste Bergbaudistrikt der ganzen mexikanischen Republik. Die Sierra de Pachuca, deren Hauptstreichen von NO. nach SW. gerichtet ist, erstreckt sich über eine Länge von 43 km und erreicht im nordöstlichen Theile in dem Gipfel des Cerro de las Navajas mit 3212 m die grösste Erhebung. Das Gebirge wird von zahlreichen Thälern durchzogen; während des ganzen Jahres Wasser führende Flüsse finden sich jedoch nur am Ostabhang; sie gehören zu dem Entwässerungsgebiet des Rio del Amayac, einem Nebenflusse des Montezuma. Nach J. G. Aguilera und E. Ordoñez verdankt die Sierra de Pachuca ihre Entstehung einer heftigen Eruptionsperiode, welche anscheinend in der mittleren Tertiärzeit als Folgeerscheinung grosser Dislocationen eintrat. Durch letztere wurden fossilfreie, wohl der Kreide angehörende, Sedimente aufgerichtet. Die Produkte jener Eruptionen waren ihrer Altersfolge nach Andesite mit ihren Tuffen und Breccien, Rhyolithe und deren glasige Formen, und, als letztes Glied, Basalte. Ausserdem werden Dacite beobachtet. Die Andesite, zumeist Pyroxenandesite, zuweilen von diabasartigem Charakter, besitzen die weitaus grösste Ausdehnung und sind von besonderem Interesse, da sie das verbreitetste Nebengestein der Gänge bilden.

Diese letzteren lassen sich in vier Gruppen theilen, von denen eine jede einen Hauptgang und mehrere Nebengänge umfasst. Man unterscheidet die Gruppe des Ganges Vizcaina, Cristo, Analcos und diejenige der Gegend von Santa Gertrudis. Das Streichen aller dieser Gänge ist O.—W., das Fallen unter steilem Winkel meist nach S. Die Mächtigkeit ist sowohl im Streichen als im Fallen grossem Wechsel unterworfen. So erreicht der Gang Vizcaina an einigen Stellen eine Mächtigkeit von 8 m, während diejenige der übrigen Gänge von 0,3—6 m schwankt.

Die Gangart besteht in der Hauptsache aus Quarz, oft in chalcedonartiger Ausbildung, seltener kommen Calcit, Rhodonit und Manganspath vor. Hierdurch erklärt es sich, dass das Ausgehende der Gänge oft in Gestalt weisser Kämme weithin auf der Erdoberfläche zu verfolgen ist. Die Gangstructur ist meist ausgesprochen lagenförmig, und nur in vereinzelten Fällen ist Breccienstructur beobachtet worden. Auffällig ist eine mächtige Zersetzungszone an den Salbändern. Das Nebengestein,

---

[1]) J. G. Aguilera y E. Ordoñez. *Mineral de Pachuca.* 1897. — E. Ordoñez y M. Rangel. *El Real del Monte.* 1899.

welches oft stark verkieselt erscheint, ist in allen Teufen reichlich mit Pyrit imprägnirt angetroffen worden. Zum Theil ist es auch propylitisirt.

Nach der Erzführung unterscheidet man von oben nach der Teufe zu 3 Zonen:

1. metales colorados (podridos);
2. metales negros { a) metales de pinta; b) metales de fuego.

In der ersten Zone, den „gefärbten oder faulen Erzen", die ihren Namen den hier herrschenden Eisen- und Manganoxyden verdankt, finden sich Chlor- und Bromsilber, gediegen Silber und zuweilen auch gediegen Gold. Diese Zone ist bedeutend goldreicher als die folgenden.

In der zweiten Zone (2a) brechen feinkörniger Bleiglanz, Argentit, Pyrit und seltener Chalkopyrit ein.

In der tiefsten Zone (2b) endlich finden sich Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Stephanit und Polybasit. Auch etwas gediegen Kupfer wurde beobachtet. Diese Erze, welche nur äusserst selten in krystallographisch begrenzten Formen auftreten, sind meist innig mit Quarz verwachsen. Ungern wird unter ihnen Zinkblende gesehen, da mit ihrem Einbrechen eine Verarmung in Zusammenhang steht. Die Analysen haben ergeben, dass der Pyrit stets silberhaltig ist und zwar bis 0,05%. Der Bleiglanz ist ebenfalls silberführend, jedoch in nicht so hohem Masse, die Blende dagegen ist fast immer silberfrei. Wie auf den meisten Silbererzgängen Mexicos ist auch hier das Auftreten von reichen Mitteln, Bonanzas, für den Bergbau von grosser Bedeutung. Eine Gesetzmässigkeit derselben ist nicht festgestellt, jedenfalls beginnen sie aber erst in einer Teufe von 150 m und scheinen im allgemeinen einen normalen Verlauf zum Streichen der Gänge zu besitzen. Die Grösse dieser Bonanzas ist sehr wechselnd, die grösste ist die in der Grube San Rafael aufgeschlossene, sie hat eine Länge von 1000 m und lieferte in einem Zeitraum von 8 Jahren für 12,5 Millionen $ Erz.

Was die Geschichte des Bergbaues von Pachuca betrifft, so reicht diese bis in die Zeit zurück, in der die Azteken mit Hilfe des Feuers und von Steingeräthen Erze gewannen. Sofort nach der Eroberung Mexicos durch die Spanier begannen diese die reichen Gruben auszubeuten, und es besass die spanische Krone bis zum 18. Jahrhundert das ausschliessliche Recht des Bergbaues. Die berühmteste Grube am Beginne jener Zeit war Xacal, welche täglich für 7000 $ Erz producirte. Nach dem Unabhängigkeitskriege wurden die Gruben an englische Gesellschaften verkauft. Nach 28 Jahren wurde jedoch der Betrieb wegen grosser Schuldenlasten von dieser Seite eingestellt und erst später durch mexikanisches Kapital wieder aufgethan. Die Production stieg nun bedeutend, und es erzielte die Gesellschaft San Rafael y Annaxas innerhalb 8 Jahren einen Bruttoertrag von 12,5 Millionen $.

Ganz ähnliche Verhältnisse treffen wir in Real del Monte, das etwas weiter nordöstlich von Pachuca gelegen ist. Hier sind im wesentlichen drei Hauptgänge Gegenstand eines bereits 1578 begonnenen, früher ausserordentlich ertragreichen Bergbaues: die 2—15 m mächtige Veta Vizcaina, die mit einem Streichen nach WNW. von Pachuca herüber sich erstreckt und bei südlichem Einfallen bis zu 400 m Teufe aufgeschlossen worden ist, sowie die bis 40 m mächtige Veta Sta. Inés und die bis 10 m mächtige Veta Sta. Brigida, die mit nordsüdlichem Streichen und bei mehr oder minder steilem Einfallen nach W. bez. O. jene schneiden. Alle diese Gänge bilden häufig linsenartige Erweiterungen, die zugleich sehr erzreich sich erwiesen haben. Es fallen diese lenticularen Bonanzas mit den-

jenigen Gangabschnitten zusammen, bei denen das Einfallen besonders steil, fast saiger sich verhält.

In den jetzt fast ausschliesslich in Bau begriffenen Gangzonen in 300—400 m Teufe besteht die Füllung dieser Gänge aus einem häufig breccienartig entwickelten Quarz, der oft mit Rhodonit, nur untergeordnet mit Calcit vergesellschaftet ist. Die Erze bestehen ebendort hauptsächlich aus Eisenkies, Kupferkies, zum Theil silberreichem Bleiglanz und Zinkblende nebst Argentit, Polybasit und gediegen Silber. Auf Drusen sitzen Krystalle von Quarz, Calcit, Manganocalcit und Rhodochrosit. In den oberen Gangabschnitten dagegen überwiegen die edlen Silbererze, namentlich hier auch Rothgiltig, an Menge über den kiesigen Erzen, und das Ausgehende endlich bildet ein an Manganit, Pyrolusit und Wad reicher Eiserner Hut.

Sehr gewöhnlich ist das Nebengestein verkieselt oder in lettige Massen „lamas“ umgewandelt oder mit Kiesen imprägnirt.

Das tertiäre Alter auch der Gänge von Real del Monte steht ausser Zweifel. Die vulkanische Thätigkeit begann in dieser Gegend im mittleren Miocän gleichzeitig mit einer starken Faltung der mesozoischen Schichten und lieferte zunächst Pyroxen-Andesite. Es folgten Ströme und Gänge von Rhyolith, in deren Gefolge die Erz bringenden Thermalwasser aufstiegen. Den Abschluss machten Basalteruptionen, während welcher die Gangspalten vielfach neue Verschiebungen erlitten.

Die Hauptblüthezeit von Real del Monte fällt in die letzten Jahrzehnte des 17. Jahrhunderts. In den Jahren 1687—1697 soll allein die Grube La Trinitad 40 Millionen Pesos verdient haben. Noch 1759 bis 1771 brachten die Gruben von Real del Monte dem damaligen Hauptgewerken Don P. R. de Terreros 24½ Millionen Mark Ausbeute ein. Mit dem Eintritt des Bergbaus in die kiesige Zone sind die Erträge schnell zurückgegangen.

Nach dem eben Gesagten muss es noch zweifelhaft bleiben, ob man Pachuca und Real del Monte mit den anderen oben erwähnten mexicanischen Gängen zur Edlen Quarzformation stellen darf. Die Verbindung mit Rhyolithen und Andesiten, die Propylitisirung des Nebengesteins, die Betheiligung von Rhodonit als Gangart und der theilweise Goldgehalt machen es andererseits Schemnitz sehr ähnlich. Aber auch dieses letztere stellt ja, wie wir sehen werden, keinen reinen Typus dar, sondern bildet eine Uebergangsform zwischen der Edlen Quarzformation und der Silber-Golderzformation.

In sehr edler Entwicklung tritt uns die Formation an manchen Orten in Peru entgegen, so besonders in den in den letzten Jahrzehnten in Abbau begriffenen Gängen der Grube Quespesisa bei Castrovirreyna im Departement Huancavelica.

Die Gangart ist hier nach dem von Herrn E. Treptow der Freiberger Sammlung überbrachten Material vorherrschend ein milchweisser bis glasheller, oft von kleinsten Erzeinschlüssen dunkelgrau gefärbter Quarz von deutlich krystalliner, oft drusiger Ausbildung, mehr untergeordnet eine hornsteinähnliche Masse, als deren Hauptbestandtheil man u. d. M. Chalcedon entdeckt, selten nur Baryt. Die Erze bestehen aus Pyrargyrit, Polybasit und anderen edlen Silbererzen nebst Bleiglanz, feinkörniger Zinkblende, wenig Kupfer- und Eisenkies. Sie hielten in den reichen Mitteln durchschnittlich 2% Silber. Das Nebengestein bildet ein stark zersetzter Augitandesit.

Zu den edlen Quarzgängen werden trotz mancher abweichender Züge in der Zusammensetzung füglich auch die berühmten Gänge des Cerro de Pasco in der gleichnamigen Provinz Perus gestellt werden können, wie die Beschreibung bei d'Achiardi, sowie bei Fuchs und De Launay[1]) es lehren. Auf diesem 4352 m hohen Berge hat man schon seit Ende der 30er Jahre des 17. Jahrhunderts trotz des unwirthlichen Klimas einen ertragsreichen Silberbergbau getrieben. Noch im Jahre 1879 gab es dort 179 Gruben in Betrieb. Die ihrem Alter nach postjurassischen Gänge enthalten in grösserer Teufe in quarziger Gangart vorzüglich silberreiche Fahlerze nebst Bleiglanz. In den oberen Zonen trifft man viel Pyrit und silberhaltigen Kupferkies und ganz zuoberst im Eisernen Hut die, hier Pacos oder Cascajos genannten, reichen secundären Erze mit einem mittleren Gehalt von 500 g Silber pro t.

Unter den zahlreichen Silbererzgängen Nordamerikas passen in diese Kategorie ausgezeichnet hinein diejenigen von Austin in Nevada, die nach S. F. Emmons[2]) im Granit aufsetzen und Züge von Quarztrümern mit Pyrargyrit, Proustit, Polybasit, Stephanit und Tetraëdrit, auch Bleiglanz und Blende darstellen. Neben dem vorherrschenden Quarz brechen auch Manganspath und Calcit mit ein. Einige Gänge des Reviers sind auf Antimonglanz abgebaut worden. Sonach bildet dieses Vorkommniss eine vollkommene Analogie zu den typischen Bräunsdorfer edlen Quarzgängen des Freiberger Gebietes.

Als Anhang zur edlen Quarzformation möge ein seltenes und in seiner Zusammensetzung sehr isolirt dastehendes Vorkommniss erwähnt werden, ein edler Silbererzgang mit Quarz und Orthoklas als Gangart. Nach W. Lindgren[3]) setzt bei Silver City im südlichen Idaho im Granit und in dem diesem aufgelagerten Basalt und Rhyolith ein Gang auf, der Black Jack-Trade Dollar Vein genannt, der dort, wo Granit sein Nebengestein ist, neben dem meist überwiegenden, oft gleich entwickelten Quarz auch Orthoklas enthält und als Erze Pyrit, Kupferkies und Silberglanz führt. Der milchweisse Orthoklas, innig mit Quarz verwachsen, umschliesst die Erze. Auch kommen in Drusen aufgewachsene Krystalle vom Habitus des Adulars auf diesem Gange vor. Die Krystalle bestehen wesentlich nur aus Prisma und einem Doma,

---

[1]) Fuchs et De Launay. *Traité.* II. p. 829—832.

[2]) S. F. Emmons. *Fortieth Parallel Survey.* Vol. III. p. 349.

[3]) W. Lindgren. *Orthoklas a gangue mineral.* Amer. Journ. of sc. Vol. V. 1898. p. 418. Ausführlicher im 20. Annual Rep. Part III. Geol. Surv. Washington 1900.

sind also von dem durch Breithaupt als Valencianit eingeführten Typus, der zuerst von der Valenciana Silbergrube bei Guanajuato in Mexico bekannt worden ist.

18. Gänge der edlen Kalkspathformation.

Diese Gänge bestehen in der Hauptsache aus Kalkspath, der zuweilen durch bituminöse Beimengungen dunkel gefärbt ist, daneben ferner aus Quarz, Flussspath, Zeolithen und selten auch Axinit. In diesen Gangarten sind fein eingesprengt oder bilden kleine Nester und kurze Trümer: edle Silbererze, wie Pyrargyrit, Proustit, Silberglanz und gediegen Silber, seltener Dyskrasit (Antimonsilber), Arsensilber, Pyrostilpnit (Feuerblende) u. a., daneben gewöhnlich auch Bleiglanz, Zinkblende, Magnetkies, Pyrit und gediegen Arsen. Die Gänge besitzen zumeist geringe Mächtigkeit und sind stark zertrümert.

Das bekannteste Beispiel der edlen Kalkspathformation bilden die Gänge von Sct. Andreasberg[1]) auf dem Harz, bei deren Schilderung wir wesentlich der gedrängten Skizze von F. Klockmann folgen.

Die Gegend von Andreasberg besteht aus den zum Unterdevon, zum sogenannten Hercyn, gehörigen Wieder Schiefern, die neben vielen Kalklagern auch zahlreiche Diabaseinlagerungen umschliessen. Wenig nördlich vom Revier beginnen die Durchbrüche des Brockengranites sich auszudehnen, die von Contactzonen in den Schiefern umgeben sind. Die Andreasberger Gänge liegen indessen schon etwas südlicher vom Contacthof der nächsten dieser granitischen Intrusivmassen.

Sie sind räumlich beschränkt auf einen schmalen gegen W. sich ausspitzenden, gegen O. sich öffnenden, etwa 3 km langen und 1 km breiten Gebirgskeil, der begrenzt wird von zwei Dislocationszonen, von der sog. Neufanger Ruschel im N. und der Edelleuter Ruschel im S., wie die folgende Skizze nach F. Klockmann in Fig. 163, S. 280, veranschaulicht. Der westliche Schaarungspunkt der Ruscheln liegt in der Nähe der Sieber, die östliche Grenze reicht geologisch bis an das Oderthal. Doch kommen auch noch weiter östlich, bei Braunlage, Gänge von gleichem Charakter vor.

Diese Grenzruscheln sind bis zu 60 m mächtige Zonen zerriebenen und zerquetschten Gesteines, die mit festeren, der Zerdrückung weniger erlegenen Gesteinsbänken abwechseln. Es sind Schieferschichten, die von zahllosen Gleitflächen durchzogen sind.

Die nördliche Ruschel liegt annähernd im Streichen des umgebenden Nebengesteines und darf nach Art der Clausthaler Ruscheln (siehe S. 146) als ein System von Ueberschiebungsflächen aufgefasst werden. Die Edelleuter Ruschel dagegen schneidet die Schichten spiesseckig und bildet zugleich auf längere Er-

[1]) Heinr. Credner. *Geognost. Verhältn. Thüringens und des Harzes.* 1843. — Herm. Credner. *Geognost. Beschreibung des Bergwerks-Distrikts von Sct. Andreasberg.* Z. d. d. G. G., 1865. — C. Blömecke. *Die Erzlagerstätten des Harzes.* Wien 1885. S. 48 etc. — F. Klockmann in *Berg- u. Hüttenwesen des Oberharzes.* Stuttgart 1895. S. 50—57.

streckung die Verwerfungsgrenze des im S. herrschenden Diabases. Sie wird von zwei weiteren sich anschaarenden Ruscheln begleitet, von der Silberburger und von der Abendröther Ruschel. Beide Grenzruscheln fallen mit 60—70° gegen S.

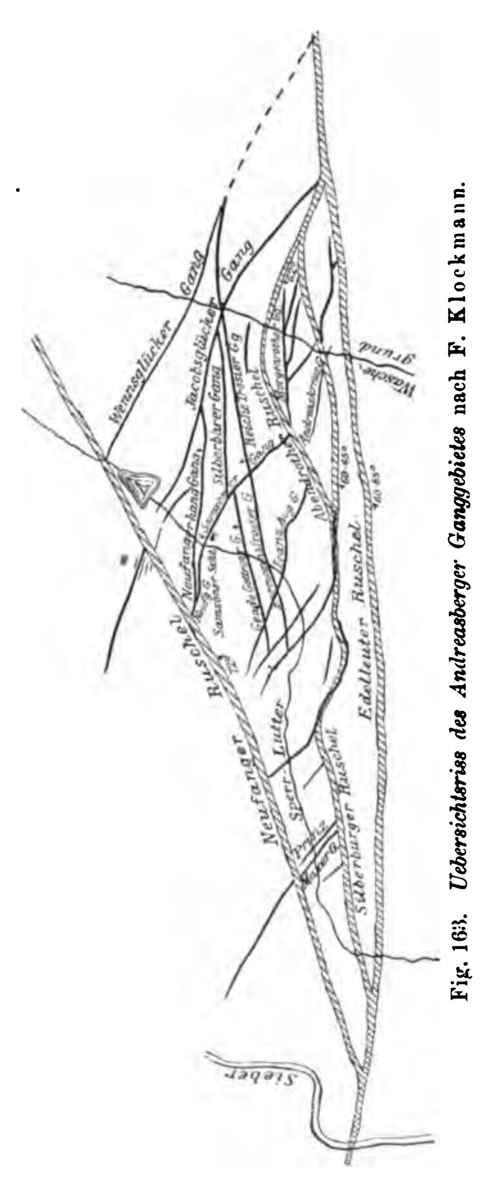


Fig. 163. *Uebersichtsriss des Andreasberger Ganggebietes* nach F. Klockmann.

Die Andreasberger Gänge sind auf den durch die Ruscheln abgegrenzten Raum beschränkt. Zwar treten jenseits noch Spalten auf, diese sind aber mit anderen Erzen und Gangarten erfüllt. Es sind das nördlich von der Neufanger Ruschel quarzige Rotheisensteingänge, südlich von der Edelleuter Ruschel Kupferkies führende Schwerspathgänge.

Die eigentlichen Andreasberger Gänge zerfallen nach ihrem Streichen in zwei Gruppen. Die einen, z. B. der Fünf Bücher Moseser Gang, der Samsoner Gang u. a. streichen quer zu den Ruscheln nach NW. und fallen steil nach NO. Sie endigen an den Ruscheln durch Auskeilen und Zertrümerung. Die anderen verlaufen annähernd parallel zu den Ruscheln, also OW. bis WNW. und fallen unter 60—80° nach N. Sie werden an den Gängen der ersten Gruppe abgelenkt. Hierher gehört z. B. der Bergmannstroster und der Gnade Gotteser Gang.

Alle sind in der Hauptsache einfache, nicht aus zahlreichen Trümern aufgebaute Gänge von geringer Mächtigkeit, die zwischen 1 cm bis $^1/_2$ m, selten darüber sich hält. Die Ausfüllung besteht vorherrschend aus derbem, weisslichem Kalkspath (ältere Kalkspathgeneration), worin als Imprägnation oder in Trümern und Nestern Quarz, Bleiglanz, Blende, gediegen Arsen, dunkles Rothgiltigerz, Antimonsilber, Arsensilber, gediegen Silber, selten Glaserz eingeschlossen sind. Nur vereinzelt bemerkt man als accessorische Bestandtheile Antimon- und Arsennickel, Speiskobalt, Flussspath und Schwerspath sowie Axinit. In den häufigen Drusen findet man eine zweite Generation der genannten Erze und Gangarten, vorzüglich aber freie formenreiche Kalkspath- und Rothgiltigkrystalle, daneben auch Feuerblende, Antimon

und zahlreiche Zeolithe, wie Apophyllit, Analcim, Harmotom, Desmin, Stilbit, Natrolith und zuweilen auch Datolith. Die Vertheilung der Erzmittel auf den Gängen ist eine durchaus unregelmässige.

Die Andreasberger Gänge wurden im Jahre 1521 durch Joachimsthaler Bergleute entdeckt, die alsbald die erste Zeche, St. Andreaskreuz am Beerberg, aufnahmen, angeblich so getauft, weil hier zwei der Gänge sich kreuzten wie die Balken eines Andreaskreuzes. Danach wurde auch die neugegründete Stadt genannt. Die Hauptglanzperiode, die der dortige Bergbau erlebte, fällt in die Jahre 1565 bis 1570. Nach einem bald folgenden längeren Stillstand ist er seit 1646 bis auf heute noch im Gang.

Ein zweites typisches Bild der edlen Kalkspathformation bieten die Gänge von Kongsberg im südlichen Norwegen dar.

Kongsberg[1]) liegt im südlichen Theile des Numedals (südwestlich von Kristiania), zu beiden Seiten des Laagen Elv. Die meisten Gruben befinden sich etwa 6 km westlich von der Stadt in einer sehr gebirgigen Gegend, unweit des 908 m hohen Jonsknut. Das Nebengestein der Erzgänge bilden steil aufgerichtete krystalline Schiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Quarzitschiefer, Hornblendeschiefer, sowie ein granatführender Biotitgneiss. In der Nähe giebt es Durchbrüche plutonischer Gesteine, so beim Vinor solche eines Olivingabbros, am Jonsknut von Uralitgabbro und Flasergabbro (durch Druck verändertem Gabbro), bei Skollenberg auch von Norit. In der Armen- und der Kongensgrube kennt man endlich einen wenige dcm mächtigen Gang von Augitporphyrit, der von den Erzgängen durchsetzt und wenig verworfen wird. In gewissen Zonen sind die krystallinen Schiefergesteine mit Kiesen imprägnirt, was dem verwitternden Gestein eine rostbraune oder gelbbraune, gegenüber den Farben der normalen Schiefer fahl erscheinende Färbung verleiht. Dies bewog die deutschen Bergleute, die den Kongsberger Bergbau begründeten, solche Zonen als Fahlbänder zu bezeichnen. Es werden deren gewöhnlich sechs an Zahl unterschieden, deren Mächtigkeit bis 300 m erreicht. Der Kiesgehalt ist bei ihnen am grössten in dem Glimmerschiefer, geringer im Hornblendeschiefer, nur spärlich auch im Gneiss. Die Imprägnation mit Kiesen kann sich steigern bis zur Herausbildung von eigentlichen compacten Schwefelkieslagern, wie in den Kiesgruben des Oberberges innerhalb des dortigen Hauptfahlbandes. Immer ist die Vertheilung der Kiese sehr unregelmässig, auch können die Fahlbänder oft ganz kiesfreie Mittel mit umschliessen. Die Kiese sind vorzüglich Eisenkies und Magnetkies, ferner Kupferkies, selten Glanzkobalt (vergl. das Vorkommen von Modum). Auch aus den Gabbros werden Fahlbänder beschrieben.

---

[1]) Wichtigere Litteratur: Böbert. *Ueber den Kongsberger Bergbau.* Karsten's Archiv, Bd. XII, S. 267—346, 1833 und Commissionsbericht vom Jahre 1865. — Th. Kjerulf u. Tell. Dahll. *Ueber den Erzdistrict Kongsbergs.* Christiania 1860. — Th. Scheerer. *Vorkommen des Silbers zu Kongsberg.* B. u. H. Z. 1866. S. 25. — C. F. Andresen. *Om Gangformationer ved Kongsberg.* 1868. — G. Rolland. *Mém. sur la géologie de Kongsberg.* Ann. d. Mines. VII. ser. XI. 1877. p. 301. — Chr. A. Münster. *Kongsberg ertsdistrikt.* Kristiania 1894. — P. Krusch. *Das Kongsberger Erzrevier.* Z. f. pr. G., 1896, S. 93 - 104. — J. H. L. Vogt. *Ueber die Bildung des ged. Silbers etc. und ein Versuch zur Erklärung der Edelheit der Kongsberger Gänge an den Fahlbandkreuzen.* Z. f. pr. G., 1899, S. 113 - 123 und 177—181.

Die Kiese der Fahlbänder enthalten nur Spuren von Silber. Nach **Chr. Münster** hielt der reine Magnetkies eines Fahlbandes neben 0,2% Nickel und Kobalt 0,0005% Silber, der reine Schwefelkies ebenfalls nur 0,0005% Silber.

Die Erzgänge von Kongsberg zeichnen sich aus durch ihre starke Neigung zur Zertrümerung. An den einzelnen Abbauorten in der Grube sieht man ge-

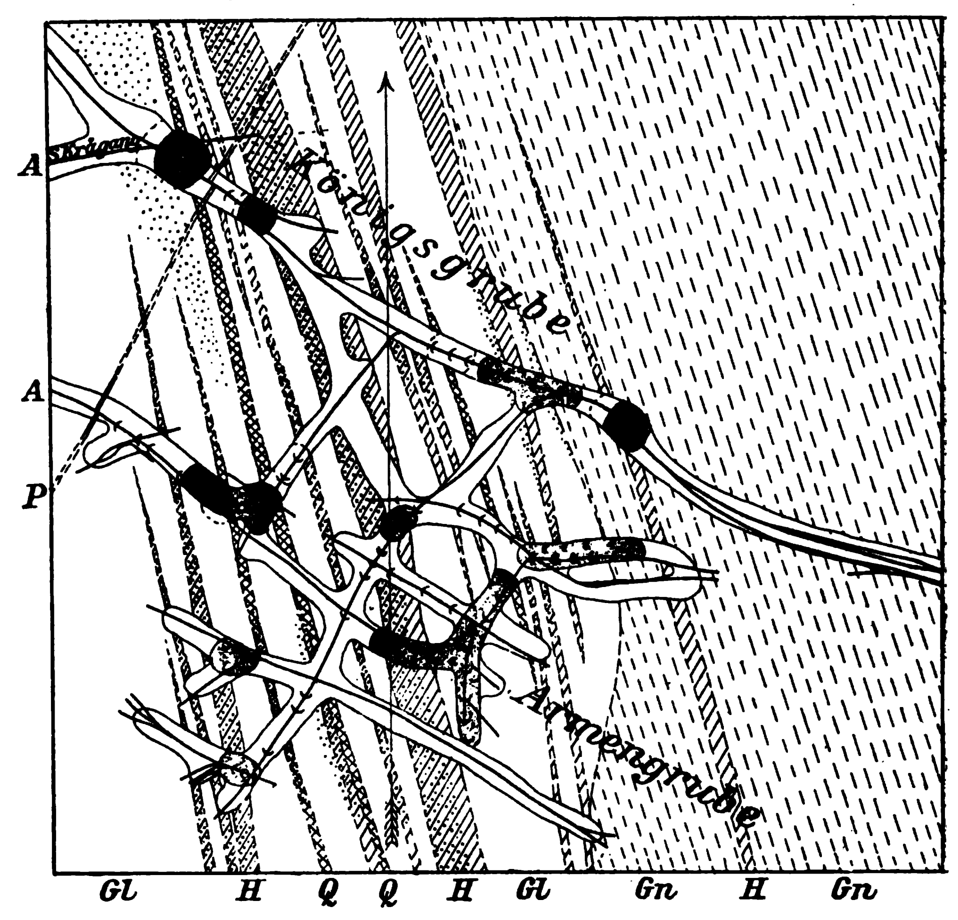


Fig. 164.

Grundriss der 310 Lachter Sohle der Armen- und Königs-(Kongens) Grube zu Kongsberg nach den Rissen der Grubenverwaltung.

Gl Glimmerschiefer, *H* Hornblendeschiefer, *Q* Quarzitschiefer, *Gn* grauer Biotitgneiss, Punktirung bedeutet Ausbildung als Fahlband, *P* Gang von Augitporphyrit, *A* Abbaustrecken mit den Gängen und Erzfällen (letztere getönt), (((reiche, ((mittelreiche, (ärmere Erzfälle.

wöhnlich mehrere, meist nur 10—30 cm mächtige Trümer zugleich im Abbau. Es geht dies aus Fig. 164 hervor, die einen Ausschnitt aus einem uns von der Grubenverwaltung zur Verfügung gestellten Grundriss darstellt. Auch der flache Riss Fig. 165, S. 283 ist in dieser Weise zu verstehen. Er bezeichnet die Vertheilung der Abbauflächen nicht auf einem einzigen compacten Gang, sondern

auf einem Trümerzug. Local können die Trümer anschwellen, dann auch Drusen bis 1,25 cbm-Grösse umschliessen.

Das vorherrschende Streichen der Gänge ist nach NW. gerichtet. Ein ganzes Netz von Diagonal- und Quertrümern verbindet die Hauptzüge untereinander. Alle fallen sehr steil ein.

Die Gänge haben zu Gangarten bei weitem vorherrschend Kalkspath, in geringerer Menge auch Flussspath, Quarz und Anthracit. Als Seltenheiten mögen erwähnt werden Schwerspath, Axinit, Albit, Adular und Zeolithe. Der Kalkspath ist gewöhnlich durch Bitumen oder Kohle braun gefärbt. Die Erze bestehen in der Hauptsache aus gediegen Silber und Silberglanz. Das gediegen Silber tritt in Form von Drähten und Zähnen, in moosartigen Partieen, sowie in mächtigen Klumpen von ganz bizarrer Gestalt auf, die man namentlich schön in der Sammlung des kgl. mineralogischen Museums zu Kopenhagen aus den älteren Tagen der Grube her antrifft. Noch 1867 fand man in 530 m Tiefe im Hauptgang von Kongensgrube einen Klumpen von 500 kg, der aus Silber mit Silberglanz bestand. J. H. L. Vogt hat gezeigt, dass das gediegene Silber fast immer jünger ist, als der oft mit ihm verwachsene Silberglanz. Häufig sitzen Zähne und moosartige Aggregate des Silbers auf dem Silberglanz. Er glaubt an eine Umwandlung des Silberglanzes zu gediegenem Silber. Neben jenem findet sich auch etwas Rothgiltigerz (Proustit). Die Mengen von Silberglanz zu Silber verhalten sich ungefähr wie 1 : 15. Das Kongsberger gediegene Silber enthält häufig andere Metalle beigemengt, namentlich Quecksilber (bis etwa 1 %) und Antimon (bis etwa 0,6 %). Auch sind Silberamalgam, Akanthit, Hornsilber, Stephanit von dort bekannt geworden. Diese edlen Erze werden häufig begleitet von Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz (mit bis 0,05 % Ag), Magnetkies, Kupferkies, manchmal auch von Arsenkies und Kobalterzen, von allen denen jedoch nur der Schwefelkies das Bild der Gänge wesentlich mit bestimmt.

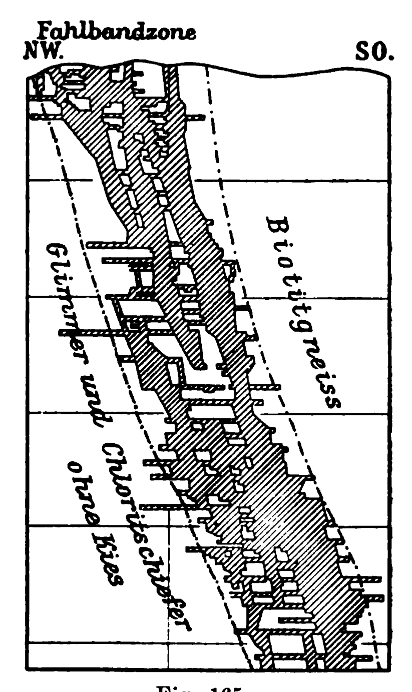


Fig. 165.
Flacher Riss durch den Gangtrümerzug der Königsgrube zu Kongsberg nach J. H. L. Vogt.

Der Reichthum der Silbererzgänge ist in der Hauptsache nur auf die Partien beschränkt, deren Nebengestein ein Fahlband ist. Diese zonare Vertheilung der Erzmittel geht aus dem flachen Riss des Gangtrümerzuges von Kongensgrube in Fig. 165 hervor. Die Ausbeute an Silber stellt sich in der Fahlbandzone in der Regel auf 0,2—4 kg auf den qm in der Gangfläche, nur ausnahmsweise bis auf 20 kg pro qm. In grösserer Entfernung von den Fahlbändern haben sich die Gänge niemals edel erwiesen.

Neben den Silbererzgängen sind von Kongsberg jüngere taube Kalkspathgänge (Schieferspathgänge), sowie auch ältere Quarzgänge mit Kupferkies und Buntkupferkies, die manchmal Goldsilber führen, bekannt. Beide sind ohne Bedeutung.

Die Kongsberger Gänge wurden 1623 fündig. Die deutschen Namen der Gruben Gottes Hilfe, Armen Grube, Haus Sachsen neben Kongens (Königs-) Grube, wie auch die Familiennamen vieler Bergleute, erinnern daran, dass Deutsche dereinst hier den Betrieb eingerichtet haben. Dieser ist jetzt in Kongens' Grube bis zu 720 m saigere Teufe vorgedrungen. Die Gruben gehören der norwegischen Krone und haben jährlich immer noch eine Production von etwa 5000 kg Silber. Von 1623—1805 producirten sie an 543 000 kg Feinsilber.

An die edle Kalkspathformation schliesst sich am besten an das merkwürdige Vorkommen edler Silberantimonerze östlich von Brokenhill in der Barrier Range von Neu-Süd-Wales. Hier setzt in dem krystallinen Schiefergebirge ein Gang auf, der jedesmal, wenn er Amphiboliteinlagerungen kreuzt, edle Silbererze führt, und zwar die sonst seltenen Dyskrasit ($Ag^n Sb^m$), Stromeyerit (CuAgS) und antimoniges Chlorsilber nebst Fahlerz in einer Gangart von Calcit und Eisenspath[1]). Untergeordnet sind auch Kobalterze betheiligt.

14. Edle Silber-Kupfererzformation.

In einer namentlich in den oberen Teufen vorherrschend aus Schwerspath, in grösserer Tiefe auch aus Quarz, seltener aus Carbonspäthen und Zeolithen bestehenden Gangart treffen wir hier ein oft sehr buntes Gemisch von edlen Silber- und von Kupfererzen, denen sich gewöhnlich, namentlich in grösserer Tiefe, reiche Fahlerze und kiesigblendige Begleiter, ganz accessorisch auch Kobalt- und Nickelerze zugesellen[2]). Die edlen Silber-Kupfererzgänge setzen häufig innerhalb von basischen Plagioklas-Augitgesteinen, besonders von Augitporphyriten auf, oder wenigstens innerhalb von Sedimenten mesozoïschen Alters, die von solchen durchbrochen sind. Dies gilt namentlich von den chilenischen Vorkommnissen dieser Art, als welche W. Möricke[3]) die von Tres Puntas, Cabeza de Vaca, Los Bordos, Chañarcillo, San Antonio, Cara-

---

[1]) G. Smith. Trans. Amer. Inst. of Min. Eng. Vol. XXVI. 1897. p. 69.

[2]) Wegen des vorherrschenden Barytes lag es nahe, die auch den vorigen Kategorien sich consequenter anschliessende Bezeichnung „Edle Schwerspathformation" zu wählen, die auch für viele, namentlich chilenische Beispiele, sehr am Platze wäre. Aber dann hätten die doch eng verwandten fast oder ganz barytfreien Vorkommnisse von Huanchaca und Huancavelica keinen Platz gefunden. So wurde denn nach dem Vorgange von W. Möricke die obige Bezeichnung gewählt.

[3]) W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupferzlagerstätten in Chile.* Freiburg i. B. 1898. S. 27.

coles, sämmtlich im Gebiete der Atacama, sowie auch die von Arqueros in der Provinz Coquimbo beschrieben hat.

Wir können von diesen Beispielen nur ein paar bekanntere ausführlicher schildern.

Chañarcillo*) liegt gegen 80 km südlich von Copiapó, der wichtigsten Stadt Nordchiles. Die Gegend wird aus einem graublauen oder grauschwarzen, oberjurassischen Kalkstein gebildet, der von zahlreichen Gängen von Augitporphyrit durchkreuzt wird und auch grössere, von Contactzonen mit Kalksilicaten begleitete intrusive Lager dieses Eruptivgesteins eingeschaltet enthält. Das Gebirge wird von zahlreichen Silbererzgängen durchsetzt, die meist nach NNO. streichen. Die bekanntesten sind die Corrida colorada, die Guias de la Descubridora (ein Trümerzug in der Grube Loreto; guia-Trum), die Guias de Carvallo, der Gang Mercedes, der abweichend ONO. streichende Gang Candelaria. Die Corrida colorada ist bis über 600 m Teufe erzreich angetroffen und auf 1800 m streichende Länge verfolgt worden, bei einer Mächtigkeit von 10 m in den oberen, nur 1 m in den unteren Regionen. Im Norden wird sie durch eine grosse Verwerfung abgeschnitten. Die Gänge führen in den obersten Teufen in einer durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbten lettigen Gangmasse neben Braunspath, Kalkspath und Schwerspath, gediegen Silber, Chlor-Brom- und Jodsilber und Malachit, tiefer hinab gediegen Silber, Argentit, Polybasit, Proustit und Pyrargyrit, noch tiefer in wachsender Menge auch Blende, Bleiglanz, Arsenkies und wenig Schwefelkies. Beim Durchsetzen durch gewisse Gesteinsbänke sind nicht nur die Gänge selbst angereichert, sondern haben auch diese Nebengesteine mit edlen Erzen imprägnirt. Solche erzreiche Nebengesteinsbänke heissen dort Mantos pintadores. Die Imprägnation ist besonders stark im Hangenden der Gänge und in oberen Teufen. Sie ist oft mit einer Verkieselung verbunden. Auch an den Kreuzen mit den Gängen von Augitporphyrit (mit den sog. chorros) ist eine solche Veredelung zu bemerken.

Die Erzgänge von Chañarcillo wurden erst im Jahre 1832 durch den Indier Juan Godoi entdeckt und erregten damals durch den fabelhaften Reichthum ihres Ausgehenden grosses Aufsehen. Bis auf die neueste Zeit haben sie eine sehr bedeutende Silberproduction zu verzeichnen gehabt.

Einen ähnlichen Ruf hat das Erzrevier Caracoles (d. i. „Schnecken“) im nördlichen Chile, nördlich von Autofagasta, in der Atacama. Hier werden sehr versteinerungsreiche oberjurassische Mergel und Kalksteine, deren zahlreiche Ammoniten den Namen der Grube veranlassten, durchsetzt von Quarzporphyren und Augitporphyriten. Der Reichthum der in dem dortigen Gebirge aufsetzenden Silbererzgänge soll in diesen Porphyren ein grösserer sein, als dort, wo der Kalkstein das Nebengestein bildet. In einer wesentlich aus Schwerspath und Kalkspath bestehenden Gangart führen diese Gänge ähnliche Erze, wie zu Chañarcillo, besonders Argentit, Proustit, Pyrargyrit und sehr silberreichen Bleiglanz, in den oberen Teufen mehrere Arten von Silberhornerz und gediegen Silber.

Die Gänge sind erst seit 1870 bekannt. Nach einer Schätzung von Domeyko producirten sie in den besten Jahren 120000 kg Silber.

---

*) Fr. Moesta. *Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur.* Marburg 1870. S. 15.

Aehnliche Verhältnisse herrschen zu Arqueros in der Provinz Coquimbo. Oberjurassische, von Porphyren durchbrochene Kalksteine werden durchsetzt von reichen Schwerspathgängen mit gediegen Silber, Amalgam, Chlorsilber, Stephanit, Fahlerz, Speiskobalt und Kupferkies.

In etwas abweichender, an die kiesige Bleierzformation erinnernder Entwickelung treffen wir die Formation endlich im nahen Bolivien. Hier beanspruchen das meiste Interesse die Erzgänge der Gegend von Huanchaca in der Provinz Potosi. Unter den einzelnen dortigen Grubenrevieren Pulacayo, Ubino und Asiento ist namentlich das erstgenannte in den letzten Jahrzehnten durch eine grosse Production ausgezeichnet gewesen, und der schon von den spanischen Eroberern begonnene, dann lange Zeit hindurch ruhende Bergbau hat eine erneute Blüthezeit erlebt.

Die Gänge von Pulacayo[1]) setzen innerhalb von trachytischen und andesitischen Gesteinen auf. Der OW. streichende, 1—3 m mächtige Hauptgang ist auf 1100 m streichende Länge und auf 500 m im Fallen aufgeschlossen worden. In den oberen Teufen soll er viel Aehnlichkeit mit den chilenischen Vertretern der edlen Silber-Kupfererzformation gehabt haben und, wie diese, vorzüglich Baryt und edle Silbererze nebst Fahlerz geführt haben. Mit wachsender Teufe aber trat Quarz an die Stelle des Schwerspathes nebst ein wenig Calcit. Die Gangart enthielt schliesslich nach A. Gmehling Baryt zu Quarz etwa im Verhältniss von 0,5 : 21. Zugleich waren hier die edlen Silbererze ersetzt durch ein Erzgemisch, das nach demselben Autor in der Reihenfolge des Vorwaltens bestand aus Zinkblende mit 0,2% und darüber Ag, Schwefelkies, Kupferkies mit etwa 0,3% Ag und Bleiglanz mit durchschnittlich 0,6% Ag, ein Gemenge, das seinen eigentlichen Werth endlich erhielt durch reichlich beigemengten, oft auf Drusen mit Quarz schön auskrystallisirten Tetraëdrit mit bis 10% Ag. Nur selten wird darin strahliger Antimonglanz bemerkt. Auch sei ein geringer Gehalt des Erzgemisches an Gold, Zinn und Wismuth und die Betheiligung grosser Massen von weissem Steinmark mit Fahlerzeinschlüssen an der Füllung der Gangspalte erwähnt.

Die Gruben von Huanchaca producirten im Jahre 1893 an Silber 281006924 kg. Im Jahre 1898 betrug die Silberproduction 144049443 kg, der Erzexport 51500 t.

Auch in Peru ist dieser Gangtypus verbreitet. Es gehören hierher die Gänge mehrerer Gruben im Departement Huancavelica, z. B. die Gruben Morlupa und Julio Caesar, deren Erze in grösserer Teufe wesentlich ein Gemisch von Fahlerz, Kupferkies und Bleiglanz mit Quarz und Carbonspäthen darstellen. Zuweilen, wie auf der Grube Caudalosa im Departement Vuitava, herrscht ein Gemenge von Fahlerz, rother Zinkblende, Famatinit (Cu^3SbS^4), Antimonglanz und Realgar mit Quarz und Baryt vor.

---

[1]) A. Gmehling. *Huanchaca*. Oesterr. Z. f. B. u. H., 1890, S. 281. — Fuchs et De Launay. *Traité*. II. 1893. p. 852.

Das Auftreten von Famatinit neben Enargit (Cu^3AsS^4) ist auch bezeichnend für manche ähnliche Gänge in der argentinischen Republik. Solche beschrieb A. W. Stelzner[1]) vom Cerro de Famatina in der Provinz de la Rioja. Sie setzen hier im Thonschiefer auf, der von Dacit und Andesit durchbrochen ist. Hier sind edle Silbererze nur noch ganz spärlich beigemengt. Die Formation hat völlig den Charakter einer Kupfererzformation angenommen. Neben Enargit, dem entschieden vorwaltenden Haupterz, führen die dortigen Gänge Famatinit, Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende mit nur wenig Rothgiltig in einer aus Quarz, Hornstein und Baryt zusammengesetzten Gangart.

In der Alten Welt ist der in Südamerika so verbreitete Gangtypus der Silber-Kupfererzgänge nur unter recht abweichenden Verhältnissen entwickelt. Wir vermuthen ihn u. a. in den merkwürdigen durch B. v. Cotta[2]) beschriebenen Erzlagerstätten von Smeinogorsk oder Schlangenberg im Altai.

Die Gruben liegen in einem Gebiet von palaeozoischen Gesteinen, die von Porphyren und Porphyriten durchsetzt werden. Am Schlangenberge kennt man einen mächtigen, local stockartig angeschwollenen Lagergang von wesentlich Schwerspath und etwas Quarz inmitten dieser Schichten, der neben reichen Silbererzen, wie gediegen Silber, Chlorsilber, Argentit, Rothgiltig, Miargyrit und silberreichem Fahlerz auch etwas gediegen Gold, ferner Kupfererze, wie Kupferglanz, Kupferkies und secundäre Kupfererze, sowie auch Bleiglanz, Schwefelkies und Zinkblende führt. Das Liegende wird aus einem versteinerungsführenden devonischen Hornstein gebildet, der von erzführenden Schwerspathtrümern durchschwärmt wird und vielleicht als ein silificirter Kalkstein zu deuten ist. Das Hangende stellen Thonschiefer derselben Formation dar. Der stellenweise noch nachweisbar gegen 20 m, am Ausgehenden angeblich noch mächtigere Gangkörper kann hinsichtlich seiner Erzführung in fünf Zonen getheilt werden: Die oberste besteht aus reinem Schwerspath und enthält nur wenig Silber, die zweite ist ein Gemenge von Schwerspath und oft sehr fein gesprengten Silbererzen, die dritte eine solche von erzführendem Schwerspath und ebensolchem Hornstein, die fünfte besteht aus Hornstein, der von erzführenden Schwerspathadern durchzogen wird, und endlich folgt der erzleere Hornstein des Liegenden.

Die Lagerstätte wird von 1—3 m mächtigen Porphyritgängen durchsetzt.

Die übrigens schon von den Tschuden in prähistorischer Zeit bebauten Erzgänge von Smeinogorsk wurden 1742 wieder entdeckt und seither als zum kaiserlichen Krongut gehörig mit wechselnden Erfolgen ausgebeutet.

---

[1]) A. W. Stelzner. *Beiträge zur Geologie der Argentin. Republ.* 1885. I. S. 216 u. 232.

[2]) B. von Cotta. *Schlangenberg-Silbergrube im Altai.* B. u. H. Z. 1869. Nr. 28. — Derselbe. *Der Altai.* Leipzig 1871. S. 192. — C. Griwnak. *Les gisements de minérais dans l'Altaï.* Journ. d. Min. 1873. V. 2. No. 5—6. p. 172—265. 1875. V. 2. No. 6. p. 277—311. Russisch. — G. Mayer. *Les mines d'argent de l'Altai.* Compte-rendu du Conseil de la Soc. Amat. Investig. d'Altaï. 1891—1893. p. 31.

15. Gänge der edlen Silber-Kobalterzformation.

Die Gangart ist bei dieser Formation nicht überall gleich entwickelt. Bei den einen Vorkommnissen, wie Joachimsthal, besteht sie vorwiegend aus Quarz, Hornstein, Kalk- und Dolomitspath, bei den anderen, wie Annaberg, treten zu diesen noch Schwerspath und Flussspath hinzu. Die Erze dagegen sind überall recht gleichmässig vertreten, sie bestehen aus Kobalt-, Nickel- und Wismutherzen, sowie Uranerzen, die zusammen gewöhnlich mit den nichtcarbonatischen Gangarten einen älteren Theil der Gangfüllung bilden, ferner aus edlen Silbererzen, die eine jüngere Generation darzustellen pflegen. Diese Erzgänge gehören zu den älteren geologischen Gebilden. Sie sind im Erzgebirge überall räumlich und offenbar auch genetisch gebunden an die Nachbarschaft granitischer Intrusivmassen von spätpalaeozoischem Alter, werden aber von tertiären Basalten durchsetzt. Ein ähnliches Alter scheinen sie an ihren anderweitigen Fundpunkten zu besitzen, die übrigens gegenüber dem Erzgebirge ohne Bedeutung sind.

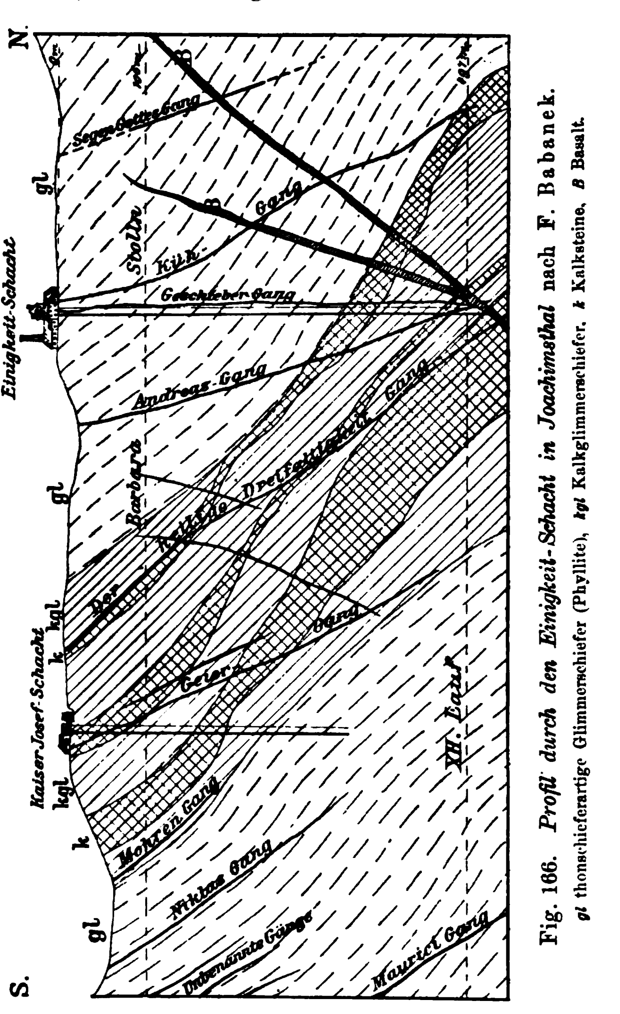


Fig. 166. *Profil durch den Einigkeit-Schacht in Joachimsthal* nach F. Babanek.
gl thonschieferartige Glimmerschiefer (Phyllite), *kgl* Kalkglimmerschiefer, *k* Kalksteine, *B* Basalt.

Wir wählen als erstes Beispiel für diese Formation Joachimsthal, wo noch heute ausschliesslich auf solchen Gängen Bergbau umgeht.

Die Gegend von Joachimsthal liegt am höheren Südabhang des Erzgebirges im SW. von dessen höchster Erhebung, dem 1238 m hohen Keilberg unweit der sächsischen Grenze. Das Gebirge besteht hier aus der Glimmerschieferformation, deren Schichten OW. bis WNW. streichen und nach N. zu einfallen. Im Gebiete des Gangrevieres walten feinkrystalline thonschieferartige Glimmerschiefer vor, denen Kalkglimmerschiefer und krystalline Kalksteine und grobflaserige Glimmerschiefer zwischengeschaltet sind. (Vergl. Fig. 166, S. 288). Nach NO. und O. hin folgen Gneisse, während nach SW. hin das Schiefergebirge abstösst an der NO. Grenze des grossen Eibenstock-Karlsbader Massives von Turmalingranit, das die Achse des Erzgebirges durchquert. An dieser Grenze ist eine Contactzone entwickelt, die aber nicht ganz bis in das nordöstlich vorliegende Joachimsthaler Ganggebiet sich ausbreitet. Zahlreiche, z. Th. sehr mächtige, meist NW. bis NNW. streichende Gänge von Quarzporphyr durchschneiden die ganze Region nordöstlich vom Granit und auch das Erzrevier. Gänge von Basalt und Phonolith, sowie Quellkuppen dieser

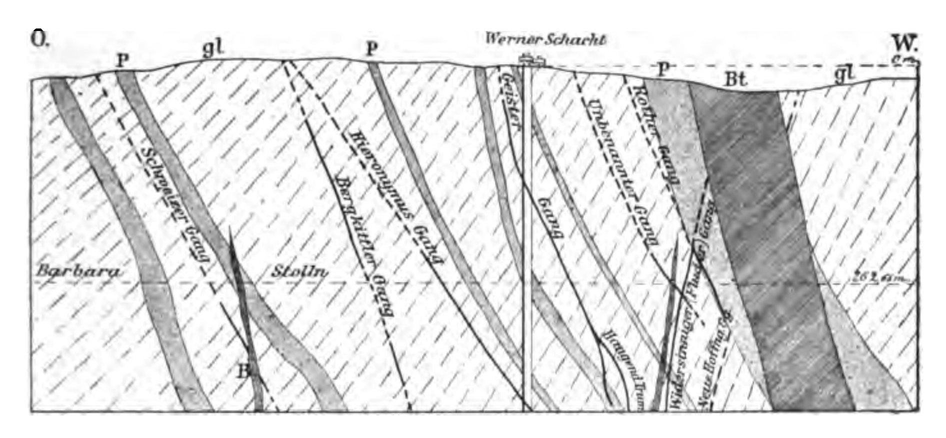


Fig. 167.
Profil durch den Werner-Schacht in Joachimsthal nach F. Babanek.
gl Glimmerschiefer, *P* Quarzporphyr, *B* Basalt, *Bt* Basalttuff (Putzenwacke).

Gesteine sind in der Tertiärzeit hinzugetreten. Von grossartigen Erschütterungen während dieser Periode sprechen breite tief ins Gebirge einschneidende Klüfte, die eine geraume Zeit klaffend offen gestanden haben müssen, denn vulkanisches, phonolithisches und basaltisches Tuffmaterial ist zugleich mit verkieselten Laubhölzern, also von oben her eingeschwemmten Resten, in den Joachimsthaler Tiefbauen innerhalb dieser sogenannten Wackengänge angetroffen worden, so besonders im Barbara Stolln, in 262 m Tiefe, inmitten des Glimmerschiefers. (Vergl. Fig. 167. Schon Mathesius, der bergbauverständige Prediger und Reformator von Joachimsthal, erwähnte dieses merkwürdige Vorkommniss, zum ersten Male aus dem Jahre 1557.

Die bei Joachimsthal, vorzüglich dicht nordwestlich von der alten Bergstadt auftretenden Silber-Kobalterzgänge zerfallen ihrem Streichen nach in zwei Gruppen:

a) Morgengänge, die nach ONO. (hor. 7) streichen und unter 60—80° nach N. fallen;

b) Mitternachtgänge, die nach NNO. bis NNW., meist fast genau nach NS. streichen (hor. 11—1) und mitunter 45—85° nach W. oder O. fallen.

Die Gänge der ersteren Gruppe waren zum Theil, wie der Geyer- und der Mauritiusgang, in den obersten Regionen sehr erzreich, verarmten aber nach grösserer Teufe hin, sodass sie in der neueren Bergbauperiode wenig Bedeutung erlangt haben. Unter den Mitternachtgängen dagegen hat man auch in den letzten Jahrzehnten durch tiefere Aufschlüsse manche mit gutem Erfolg bebaut, wie namentlich den Geistergang, der besonders im Jahre 1853 schöne Silberanbrüche zeigte, ferner den Rothen Gang, den Prokopi Gang, den Anna Gang, den Geschieber Gang, den Hildebrand Gang, den Junghäuerzecher Gang und den Evangelisten Gang.

An Zahl sind 36 Hauptgänge bekannt, und zwar 21 Mitternachtgänge und 15 Morgengänge.

Die Mächtigkeit der Gangspalten schwankt zumeist zwischen 15 bis 60 cm und erreicht nur ausnahmsweise 1—2 m. Zertrümerungen sind häufig. Manche der Mitternachtgänge erreichen die Tagesoberfläche nicht als eigentlicher Gang, sondern nur höchstens als schmale, taube Kluft.

Die Gangfüllung ist nicht bei allen durchweg gleich. So ist sie in den westlichen Mitternachtgängen meist bröcklicher Letten, Quarz und Hornstein, in den östlichen vorherrschend Kalk- und Dolomitspath, beide Arten oft mit Breccienstructur. Die Erze in diesen Gangarten bilden Schnüre, Nester und Putzen von grosser Absetzigkeit. Es zerfallen diese Erze nach G. Laube in

1. Silbererze (gediegen Silber, Argentit, Polybasit, Stephanit, Tetraëdrit, Proustit, Pyrargyrit, Sternbergit, Argentopyrit nebst Rittingerit, Akanthit und Kerargyrit).
2. Nickelerze (Nickelin, Chloanthit, Millerit).
3. Kobalterze (Smaltin, sowie auch Wismuthkobaltkies und Asbolan).
4. Wismutherze (gediegen Wismuth, wie auch Wismuthglanz und Wismuthocker).
5. Arsenikerze (gediegen Arsen, Arsenkies).
6. Uranerze (Uranpecherz).

Nur untergeordnet brechen stellenweise auch Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Markasit, Kupferkies und Buntkupferkies mit ein.

Unter diesen Erzen erscheinen im Allgemeinen die Kobalt- und Nickelerze als die älteren, die Silbererze als die jüngeren.

Unter den durch F. Babanek veröffentlichten zahlreichen Gangbildern haben wir eines in Fig. 168 ausgewählt, das die charakteristische Vertheilung von Erzen und Gangarten zeigt.

Von den Gangspalten aus ist auch das Nebengestein mit höchst fein vertheilten Erzpartikeln nicht selten imprägnirt worden. So verstehen sich die geringen Gehalte von Metallen, die F. Sandberger und A. Seifert in verschiedenen Nebengesteinen von Joachimsthal haben nachweisen können, namentlich Kupfer, Kobalt, Nickel und Arsen. Auch der ebenfalls zuerst von F. Sandberger entdeckte, dann durch einen Aufbereitungsversuch im Grossen durch F. Babanek und A. Seifert sicher festgestellte Gehalt eines dortigen Skapolith-Glimmerschiefers an winzigen Körnchen von Uranpecherz wird am ungezwungensten durch eine Infiltration von den Gangspalten aus erklärt. Gegen die ursprüngliche Anwesenheit scheint uns die sehr ungleiche Vertheilung im Gestein zu sprechen. Dieses ergab in einer

reicheren Zone bei Verarbeitung von 6358 kg beim angeführten Versuch 226 kg Schliech von einem Gehalt von 0,3 % Uranoxydoxydul.

Die Erzgänge durchsetzen die Gänge von Quarzporphyr, werden dagegen von den Basalt- und den erwähnten Wackengängen durchsetzt. Da aber diese Wacken an den Kreuzen auch zuweilen etwas Glaserz eingesprengt enthalten, ist daraus zu schliessen, dass zur Zeit der Eruption der jungvulkanischen Gesteine die Gangbildung noch nicht ganz abgeschlossen war. Hier sei auch erwähnt, dass 1864 nach Fr. Weselsky in 531 m Teufe auf dem Geschieber Gang eine 23° R. warme Quelle erschroten wurde.

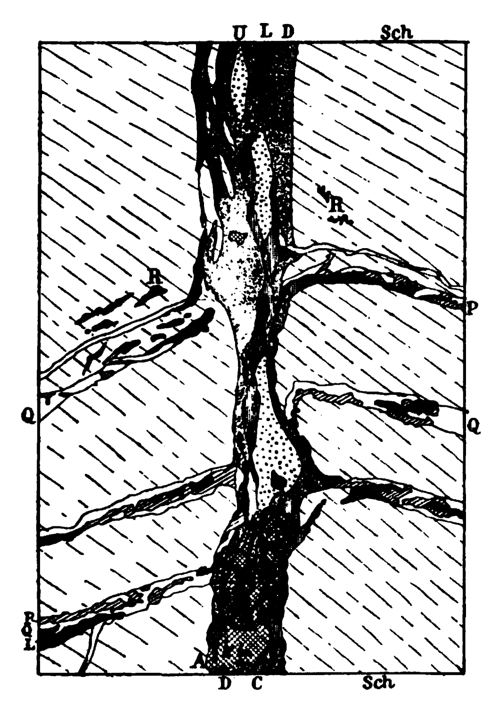


Fig. 168.
Gangbild des Hildebrandganges zu Joachimsthal nach Babanek-Némeček.

Sch Schiefer, *D* Dolomitspath, *C* Calcit, *Q* Quarz, *L* Gangletten, *R* Rothgiltig, *U* Uranpecherz, *A* silberhaltiges Arsenerz, *P* Pyrit. — Der Gang kreuzt drei ältere Trümer mit quarziger Gangart.

An den schiefwinkligen Gangkreuzen hat eine Anreicherung der Erzgänge stattgefunden. Die Porphyre und wenigstens im östlichen Theil auch der Kalkzug im Schiefer haben ebenfalls einen günstigen Einfluss auf die Erzführung der Gänge geäussert.

Der Beginn des Joachimsthaler Bergbaues fällt nach G. Laube in das Ende des 15. oder die ersten Jahre des 16. Jahrhunderts. Schon 1517 bestand eine bergmännische Niederlassung „im Thal", und 1518 wurden die ersten „Joachimsthaler" geprägt. 1520 erhielt der Ort das Recht einer freien Bergstadt. Die Ausbeute wird für die ersten 44 Jahre insgesammt auf 40 Tonnen Goldes d. i. über 4 Millionen Gulden nach damaligem Silberwerth angegeben. Seit 1545 ging der Betrieb stark zurück, nahm aber nochmals einen Aufschwung, als die Kobalt- und Wismutherze verwerthbar wurden. In neuester Zeit kränkelt der dortige Bergbau in Folge der Entwerthung des Silbers. Man hat sich in den letzten Jahrzehnten ganz besonders auch der Gewinnung des Urans zugewandt, für dessen Verarbeitung eine ärarische Fabrik in Joachimsthal besteht. Im Jahre 1898 wurden 50,9 t Uranerze gewonnen.

Ganz ähnliche Silber-Kobalterzgänge, wie die zu Joachimsthal, sind früher in der Umgebung der benachbarten Bergstädtchen Gottesgabe, Abertham und Platten abgebaut worden. Die Grube Segen Gottes bei Zwittermühl, unweit von Platten, wurde noch bis zu Anfang 1896 mit Ausbeute auf Kobalterzen betrieben.

Einige wichtigere Litteratur über Joachimsthal:

G. Laube. *Aus der Vergangenheit Joachimsthals.* Prag 1873.

Derselbe. *Geologie des Böhmischen Erzgebirges.* Prag 1876. S. 176—192.

F. Babanek. *Ueber die Erzführung der Joachimsthaler Gänge.* Oesterr. Z. f. B. u. H. 1884, S. 1, S. 21, S. 61.

Derselbe. *Die uranhaltigen Skapolith-Glimmerschiefer von Joachimsthal.* Ebenda. 1889. S. 343.

Derselbe. *Geolog. bergm. Karte mit Profilen und Bildern von den Erzgängen in Joachimsthal.* Herausgegeb. vom k. k. Ackerbauministerium. 1891.

Aehnliche Verhältnisse, wie die Joachimsthaler Gänge haben auf der sächsischen Seite des Erzgebirges die Gänge der Silber-Kobalterzformation der Umgebung von Annaberg gezeigt, über die wir durch eine eingehende Monographie von H. Müller[1]) unterrichtet sind.

In diesem Gangreviere ist das Gebirge vorherrschend aus grauem Gneiss (dem zweiglimmerigen Hauptgneiss der geologischen Karte) aufgebaut. Man befindet sich hier im südwestlichen Theile der Annaberg-Marienberger Gneisskuppel. In diesem ist an der südwestlichen Peripherie des Gebietes, bei Buchholz, ein Granitstock blossgelegt, von dem aus in Gestalt einer Apophyse nach NO. hin durch das Erzrevier hindurch ein Gang von feinkörnigem Granit (porphyrischem Mikrogranit) hindurchzieht. Aehnliche kleinere Gänge dieses Gesteins sind noch mehrfach ober- und unterirdisch angetroffen worden. Auch an der Nordostgrenze des Reviers, bei Wiesenbad, im Thale der Zschopau, ist durch die Erosion des Flusses ein Intrusivstock von Granit aufgedeckt worden, sodass dieses Gestein in der Tiefe jedenfalls auch im eigentlichen Gangreviere grössere Verbreitung haben dürfte. Sehr häufig hat man ferner beim Bergbau schmale Gänge von Lamprophyr (feinkörnige Glimmersyenite und Glimmerdiorite) angetroffen und endlich zuweilen auch Basaltgänge. Diese letzteren hängen genetisch zusammen mit der Decke von Leucitbasalt, die auf einer Unterlage von fluviatilen Thonen, Kiesen und Sanden des Oligocäns ruhend, den grabähnlich geformten Pöhlberg dicht in SO. von Annaberg bildet.

Mehr als 300 Erzgänge durchsetzen in der Nähe und in der weiteren Umgebung der Stadt das Gebirge. Sie zerfallen zunächst in zwei Altersgruppen. Von der älteren mögen kurz erwähnt sein die Zinnerzgänge der ehemaligen Alte Thiele Fdgr. bei Buchholz und die kiesigblendigen Bleierzgänge, die wegen ihres ungewöhnlichen Reichthums an Kupferkies und anderen Kupfererzen (siehe S. 249) auf den Gruben Sct. Briccius, Heilige Dreifaltigkeit, Weinkeller, Rothe Pfütze und Spanier am Ostabhange des Pöhlberges und an mehreren anderen Punkten im Bau gewesen sind. Diese Gänge streichen zumeist als Morgengänge und niedrig streichende Spatgänge um OW. herum. Sie haben sich stets jünger als die Lamprophyre, aber älter als die Basalte erwiesen.

Die Gänge der jüngeren Gruppe dagegen bestehen aus Vertretern der Silber-Kobalterzformation, die uns hier besonders interessiren, und solchen der Eisen- und Manganerzformation, die mehr nach SW. hin, in der Gegend von Scheibenberg, zur Entwicklung gelangt sind.

---

[1]) H. Müller. *Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres.* Mit 1 Erzgangkarte und 3 Tafeln Profilen. Leipzig 1894. (Publ. von der Geol. Landesanstalt.)

Die Silber-Kobalterzgänge sind die wichtigsten Erzlagerstätten des Annaberger Gebietes. Ausser dem eigentlichen Annaberger Gangfeld, das wir allein betrachten wollen, setzen sie nach H. Müller auch noch zusammen ein zweites bei Schmalzgrube und Steinbach im Pressnitzthal, ein drittes bei Jöhstadt, ein viertes bei Bärenstein und Weipert, ein fünftes bei Oberwiesenthal, das schon hinüberleitet zu dem grossen Gottesgabe-Joachimsthaler Gangfeld, und ein sechstes bei Scheibenberg. Ueberall in diesen Revieren ist jetzt der Bergbau erloschen, und die ehemaligen Bergstädtchen haben sich anderen Industrien zuwenden müssen.

Die Silber-Kobalterzgänge halten in der Hauptsache zwei ziemlich rechtwinklig sich schneidende Hauptrichtungen inne, und zwar streichen die meisten nach NNW (zwischen hora 9—11), eine etwas geringere Zahl dagegen nach ONO. bis OW (zwischen hora 4—6). Nur wenige haben ein diagonales Streichen nach NS. bis NNO. (hora 12—3). Die NNW.-Richtung ist ausschliesslich den Silber-Kobalterzgängen eigen, die anderen werden auch von älteren Erzgängen schon befolgt. Die Gänge des NNW.-Zuges fallen meist sehr steil, die des OW.-Zuges meist nur unter 45—60° nach verschiedenen Richtungen ein. Die meisten sind bis höchstens 800 m Horizontalerstreckung verfolgt worden, einzelne viel weiter, so der Treue Freundschaft Stehende auf mindestens 2 km. Dagegen ist der Bergbau auf diesen Gängen nur bis in geringe Tiefe vorgedrungen, am tiefsten beim Erstneuglück Flachen und Heynitz Flachen auf Markus Röhling, bis etwa 400 m. Die Mächtigkeit schwankt meist zwischen 10 und 20 cm, steigt aber ausnahmsweise bis 2 m.

Die Gangfüllung wird hauptsächlich gebildet von Schwerspath, Flussspath, Quarz und Braunspath, von verschiedenen Kobalt-, Nickel- und Wismutherzen, namentlich Chloanthit, Speiskobalt, Roth- und Weissnickelkies, Annabergit (Nickelocker), gediegen Wismuth, selten Wismuthglanz, von edlen Silbererzen, besonders Pyrargyrit, Proustit, Argentit, Silberschwärze, gediegen Silber, Chlorsilber, endlich von Schwefelkies. Mehr untergeordnete Vorkommnisse sind unter den Gangarten Hornstein, Chalcedon, Amethyst, Kalkspath, Aragonit, Kaolin, Steinmark, Gyps, unter den Erzen Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Markasit, Kupferfahlerz, Eisenspath, Uranpecherz, Uranocalcit, Uranblüthe, Urangummi, gediegen Arsen u. a.

Interessant sind grosse Funde von Chlorsilber, die in früherer Zeit gelegentlich gemacht worden sind, so im 16. Jahrhundert auf Himmlisch Heer in reinen Massen bis 20 Pfund schwer.

Auch Nebengesteinsschollen, bröckeliger Ausschram und Gangletten füllen vielfach die Spalten. Mehrfach sind silberhaltige Letten und Guhren mit abgebaut worden.

Die herrschende Gangstructur ist eine unregelmässig massige.

Mehr als zweihundert Beobachtungen haben nach H. Müller eine gewisse gesetzmässige Altersfolge der Mineralien der Annaberger Silber-Kobalterzgänge ergeben, und zwar wie folgt:

V. Zersetzungsproducte, z. B. Annabergit und Kobaltbeschlag.
IV. Edle Silbererze nnd gediegen Arsen.
III. Kalkspath und Uranpecherz.
II. Braunspath und Kobalt-Nickel-Wismutherze.
I. Schwerspath, Flussspath und Quarz.

I und II zusammen bilden immer die vorwaltende Hauptausfüllung.

Die Silber-Kobalterzgänge durchsetzen, wie schon angedeutet, die Zinn- und kiesigen Bleierzgänge, sowie auch die Gänge von Mikrogranit und Lamprophyr. Die letzteren werden oft von den Silber-Kobalterzgängen begleitet. So folgt der Heynitz Flache auf beinahe 600 m streichende Länge und gegen 340 m Tiefe einem 0,1 – 3 m mächtigen Lamprophyrgang. Bald hält er sich am einen, bald am anderen Salband, bald durchsetzt er ihn. Dahingegen wird dieser und andere Vertreter der Formation von den Basalten durchsetzt. Letztere sind in den Gruben nicht nur in eigentlichen Gängen, sondern auch in Form von senkrechten Schlotfüllungen von rundlichem Querschnitt angetroffen worden. Wenn nun trotzdem zuweilen in der Nähe der Kreuze inmitten der Basaltmasse eingesprengte oder auf Klüften derselben als Anflug sitzende edle Silbererze nachgewiesen werden konnten, wie bei Oberwiesenthal, so spricht das dafür, dass chemische Umlagerungen der metallischen Verbindungen auch noch später stattgefunden haben.

Die eben besprochenen Altersverhältnisse werden durch die beistehende Fig. 169 illustrirt.

Wichtig für den Annaberger Bergbau waren die sog. Schwebenden, das sind gewöhnlich der Schichtung des Gneisses parallele, zuweilen auch transversale,

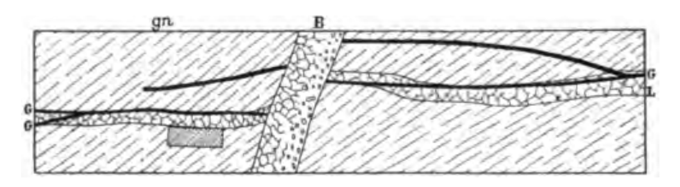


Fig. 169.
Grundriss eines Baues von Neu Unverhofft Glück am Luxbach (Annaberg) nach H. Müller.

gn Gneiss, glimmerschieferartig, *L* Lamprophyr (feinkörniger Glimmersyenit), *GG* Gänge der edlen Silber-Kobalterzformation, *B* Basalt, an dem einen Salband mit Bruchstücken von Gneiss und Lamprophyr.

von 1 cm bis 2 m mächtige Zerrüttungszonen, die gewöhnlich von feinerdigen, kohlenstoffreichen Substanzen schwärzlich gefärbt sind, häufig auch fein eingesprengte Kiese, Schwefelkies, seltener Kupferkies enthalten. Sie zeichnen sich, wie der Name sagt, durch flaches Einfallen aus. Das „obere Schwebende“ auf Markus Röhling Fdgr. am Schreckenberg fällt z. B. unter 15—20° nach verschiedenen Richtungen. An den Kreuzen mit diesen Schwebenden haben die Silber-Kobalterzgänge, wie aus dem flachen Riss in Fig. 170 hervorgeht, sehr oft und im grössten Umfange eine Veredelung erfahren. Mindestens die Hälfte des gesammten Silber- und Kobaltausbringens stammt nach H. Müller von diesen Kreuzen mit den Schwebenden, so namentlich auf den Gruben Bäuerin, Heilig Kreuz, Zehntausend Ritter, Himmlisch Heer, Galiläische Wirthschaft, König David und Markus Röhling. Ausserdem haben auch die Kreuze verschiedener Erzgänge unter sich reiche Mittel geliefert oder auch die Anschaarungspunkte verschiedener Trümer.

Der Bergbau in der Gegend von Annaberg begann angeblich in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts bei Geyersdorf am Pöhlberg als Kupferbergbau. Am 27. October 1492 entdeckte ein Schürfer am Schreckenberge bei Frohnau reiche Silbererzgänge. Schon 1496 entstand darauf hin in Folge des grossen Zulaufes von fremden Bergleuten die „Neue Stadt am Schreckenberge“, die 1497 den Namen

Sct. Annaberg erhielt. 1495 blühten auch in dem Buchenwalde am Schottenberge Silbergruben auf und veranlassten 1501 die Gründung von Sct. Katharinenberg im Buchholz, später kurz Buchholz genannt. Nach H. Müller sind in dieser Blüthezeit des Annaberg-Buchholzer Bergbaues von 1496—1600 zusammen annähernd 1352900 Mark Silber und 48460 Ctr. Kupfer zusammen für ca. 24300000 Mark in jetziger Währung ausgebracht worden. Schon von 1560 ab begann der Verfall der Betriebe, bis gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts die Verwendung der Kobalterze den Bergbau allmählich wieder aufleben liess. Der Kobaltbergbau blühte besonders von 1701 bis 1850, während welcher Zeit 25524 Ctr. Kobalterz producirt wurden. Daneben wurde wiederum Silber gewonnen, in der genannten Zeit 26945 kg. Seit 1850 dagegen hat der dortige Bergbau keine nennenswerthen Erfolge mehr gehabt.

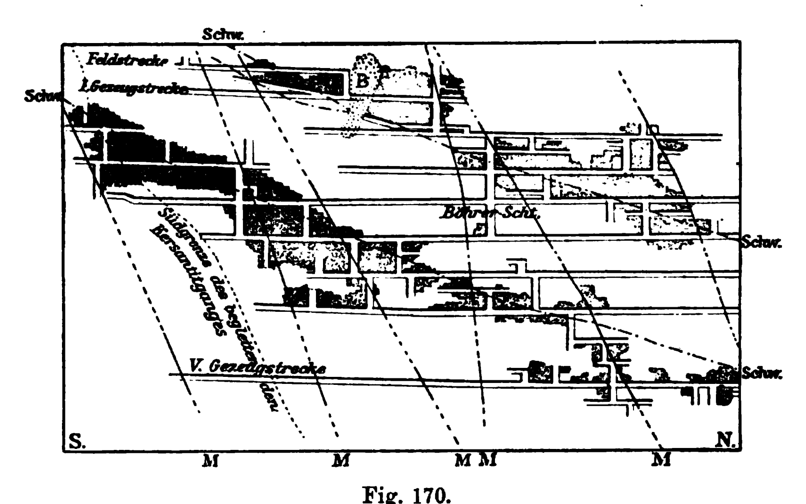


Fig. 170.
Flacher Riss vom Heynitz Flachen Erzgang bei Markus Röhling (Annaberg) nach H. Müller.

B Intrusivmasse von Basalt *Schw* „Schwebende", *M* verschiedene Morgengänge.

Auch im Schneeberger Erzrevier ist die Silber-Kobalterzformation ausser den eigentlichen Kobalterzgängen entwickelt. Man vergleiche hierüber das weiter unten Gesagte.

Dasselbe gilt für das Gangrevier von Johanngeorgenstadt. Am Fastenberge wird hier der Eibenstocker Turmalingranit verhüllt von den durch ihn in Fleckschiefer und Andalusitglimmerfels umgewandelten Phylliten, die zugleich von vielen feinkörnigen Granitgängen durchzogen werden. Zahlreiche Erzgänge, die ein dichtes Netz bilden, durchsetzen dies Gebirge, solche der Zinn- und solche der Silber-Kobalterzformation, wie auch reine Kobalterzgänge, alle von wenig einheitlichem Streichen. Von einem mächtigen Eisenerztrümerzug, der sog. Fäule, werden sie abgeschnitten. Die Ausfüllung der dortigen

Silber-Kobalterzgänge ist eine ähnliche wie bei Annaberg. Sie sind häufig reich an Uranpecherz.

Johanngeorgenstadt, die jüngste Bergstadt des Erzgebirges, wurde 1654 durch aus dem nahen Böhmen vertriebene Protestanten gegründet, nachdem schon einige Jahre früher dort Bergbau begonnen worden war, der noch heute dort im Betrieb ist und im Jahre 1901 9 t Wismuth- und Uranerze producirte.

Zur Gruppe der Silber-Kobalterzgänge gehören auch die von Vogelgesang[1]) und F. Sandberger[2]) beschriebenen Vorkommnisse von Wittichen (Kinzigthal) und von Wolfach im Schwarzwald. Die Erzgänge von Wittichen setzen im Granit, die von Wolfach im Gneiss auf. Sie haben nie grössere Bedeutung erlangt.

ζ) Gänge der Golderzformationen[3]).

Die so äusserst mannigfach zusammengesetzten Golderzgänge kann man zunächst nach der vorherrschenden Gangart gruppiren: 1. in solche mit Quarz, 2. solche mit Quarz und Carbonaten, seltener wohl auch mit Schwerspath, 3. solche mit Quarz und Flussspath. Die erste Gruppe kann kurz als Goldquarzformation bezeichnet werden. In den Gängen dieser Kategorie können neben Freigold sehr verschiedene goldhaltige Sulfide und andere Begleiter sich einstellen. Das jedesmalige Vorwalten gewisser Sulfide unter diesen allen pflegt dem betreffenden Vorkommniss einen besonderen Charakter aufzuprägen, und so lassen sich verschiedene Unterabtheilungen unterscheiden, deren Trennung wegen der verschiedenen Verhüttungsart auch ein gewisses praktisches Interesse haben dürfte. Die wichtigsten von diesen natürlicher Weise durch Uebergänge unter einander verbundenen Unterklassen sind die folgenden:

16. Gänge der Goldquarzformation.

a) Pyritische Goldquarzformation, wo der Pyrit allein herrscht oder wenigstens gegenüber den anderen Sulfiden entschieden vorherrscht.

---

[1]) Vogelgesang. *Geogn.-bergm. Beschr. des Kinzigthaler Bergbaues.* Carlsruhe 1865. S. 19.

[2]) F. Sandberger. Neues Jahrb. f. Min. 1868, S. 385 und ebendort, 1869, S. 290.

[3]) Allgemeines über das Vorkommen des Goldes auf Gängen lese man auch nach bei: Fuchs et De Launay. Traité II. 1893. p. 890—893. *(Généralités sur les filons d'or.)* — E. Cumenge et F. Robellaz. *L'or dans la nature.* Paris 1898. — Ed. Suess. *Die Zukunft des Goldes.* 1877.

b) Kupferige Goldquarzformation mit sehr starker Betheiligung von Kupfererzen.

c) Antimonige Goldquarzformation mit vorwaltendem Antimonglanz.

d) Arsenige Goldquarzformation mit vorherrschendem Arsenkies.

e) Kobalt-Goldquarzformation, wo Speiskobalt der Träger des Goldgehaltes ist.

Die zweite Hauptgruppe, als deren Gangarten wir neben Quarz auch Carbonate und manchmal Baryt anführten, ist zugleich sehr gut dadurch gekennzeichnet, dass hier Gold- und Silbererze zusammen einbrechen, sehr oft auch gold- und silberhaltige Telluride erscheinen. Diese Gruppe darf daher benannt werden als

17. Gänge der Silber-Golderzformation.

Endlich zeichnen sich durch die starke Betheiligung von Flussspath neben dem Quarz und ebenfalls durch die Führung von Telluriden aus die

18. Gänge der fluoritischen Golderzformation.

Es möge jetzt die ausführliche Schilderung der einzelnen Gruppen und von Beispielen aus denselben folgen.

16. Gänge der Goldquarzformationen.

Es sind einfache oder zusammengesetzte Gänge von meist rein massigem Gefüge und regellos vertheilten Erztheilchen, seltener von plattigem Aufbau, wobei dann die einzelnen dünn- bis dickplattigen Lagen durch Schüppchen oder Häute von Eisenoxydhydrat mit Freigold, durch Talk, Sericit, Chlorit und andere Zersetzungsproducte getrennt sind. Diese plattige Structur ist vielfach, wie W. Lindgren gezeigt hat, erst nachträglich durch Rissbildung parallel dem Streichen in der Gangmasse erzeugt worden, wie die auf den Platten liegenden, deformirten Pyrite andeuten und wie aus der Gabelung der Fugen zwischen den Quarzbänken hervorgeht. An Gängen, die reich an Sulfiden sind, kommt aber bisweilen auch eine primäre Lagenstructur vor, wobei dann die Erze längs besonderer dem Salband paralleler Flächen stark concentrirt sind.

Die Beschaffenheit des Quarzes, der einzigen wesentlichen Gangart, ist eine sehr wechselnde, und es lassen sich nicht für alle Gebiete

in gleicher Weise giltige Kennzeichen für die goldhaltige Abart dieses Minerals angeben. Meist stellt er eine kleinkrystalline, dem unbewaffneten Auge dicht erscheinende, weissliche, schwach durchscheinende, in tieferen Regionen durch fein darin vertheilte Sulfide oft grauliche, in oberen Teufen durch deren Oxydation gelbliche oder rostfarbige Masse dar, die einen Glas- bis Fettglanz besitzt.

Betrachtet man einen Gangquarz dieser Gänge im Dünnschliff bei stärkerer Vergrösserung (siehe Fig. 171), so zeigen sich im polarisirten Licht die einzelnen Individuen mit sehr unregelmässigen Umrissen, nur selten mit theilweiser Begrenzung durch Krystallflächen. Viele tragen

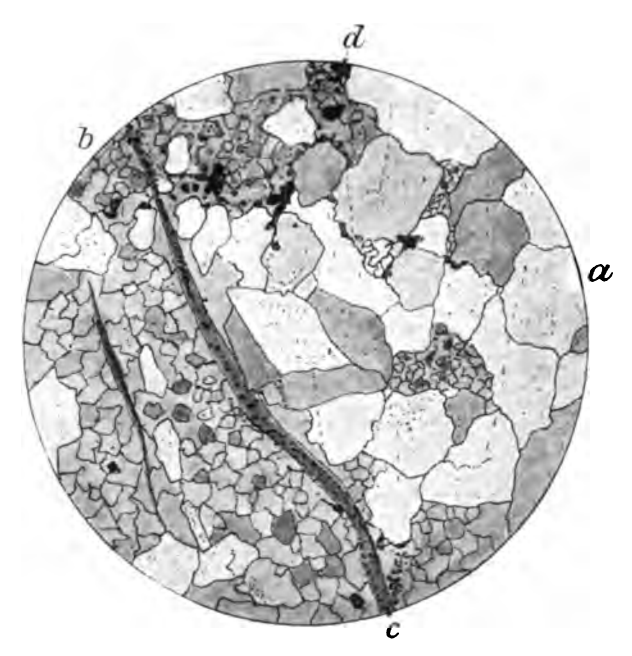


Fig. 171. *Goldquarz von der Sheba-Grube.*

a Grosse Quarze mit Flüssigkeitseinschlüssen, *b* kleine durch secundäre Zertrümmerung entstandene Quarzkörner, *c* bräunliche Gleitzone, bestehend aus fein zerriebenen Quarzen, Eisenoxydhydrat und Goldpartikelchen, *d* schwarze Partien sind Freigold.

die Merkmale starker, secundärer Pressung zur Schau, und oft gehen zarte dunkle Streifen durch die Aggregate, Gleitflächen, zarte Verschiebungsklüfte, ausgefüllt durch feinste zerdrückte Quarzkörnchen und gewöhnlich mit Erzen oder deren Zersetzungsproducten imprägnirt und gefärbt (siehe Fig. 171*c*). Pošepny[1]), der diese Gleitflächen am Quarze

---

[1]) F. Pošepny. *Goldbergbaue der Hohen Tauern.* Archiv f. prakt. Geol. I., Freiberg 1880, S. 46.

der Golderzgänge der Tauern beschrieb, vermuthete, dass diese Klüftchen durch Schwund entstanden seien beim Uebergange der Kieselsäure aus einem opalartigen Zustand in eine krystalline Quarzmasse, in ähnlicher Weise, wie es Fuchs und Breithaupt[1]) im Grossen für die sog. Quarzbrockenfelse des Erzgebirges angenommen hatten. Diese Erklärung kann wohl kaum beibehalten werden.

Die einzelnen Goldquarzindividuen sind gewöhnlich reich an Flüssigkeitseinschlüssen. Da deren Libellen in den meisten Fällen bei der Erwärmung der Präparate bei + 30° C. verschwinden, um bei nachfolgender Abkühlung wieder zu erscheinen, ist schon aus diesem Verhalten die Natur der Flüssigkeit als liquide Kohlensäure zu vermuthen. Doch gilt dies nicht für alle Fälle. Aus chemischen Untersuchungen G. Steiger's musste z. B. W. Lindgren[2]) schliessen, dass solche Flüssigkeitseinschlüsse aus Sulfaten von Calcium und Alkalien mit wenig Chloriden vermischt bestanden. Merkwürdig ist es, dass die Züge, zu denen diese Einschlüsse oft gruppirt sind, manchmal unabhängig von den Conturen durch mehrere Nachbarindividuen von Quarz hindurch gehen. W. M. Courtis[3]) hat versucht, aus der mikroskopischen Structur der Goldquarze bestimmte Verhältnisse zum Goldreichthum der betreffenden Gänge zu erschliessen, konnte jedoch keine brauchbare Gesetzmässigkeit finden.

Durch Auslaugung der Sulfide im Eisernen Hut wird der Goldquarz cavernös. Solche Vorkommnisse werden zuweilen fälschlich als Kieselsinter bezeichnet.

Es giebt aber auch wirklich Sinter von wasserhaltiger Kieselsäure auf goldhaltigen Gängen oder gangartigen Lagerstätten, wenn freilich immer nur in den obersten Regionen. Die rein weiss gefärbten, oft ganz schaumigen, an Bimstein erinnernden Kieselsinter der Golderzlagerstätte des Mt. Morgan in Queensland und einiger anderer australischer Fundpunkte sind solche Vorkommnisse, die ohne weiteres, wie auch ihr nachgewiesener Wassergehalt bestätigt, mit den Absätzen mancher Geysirs verglichen werden müssen. Auch Opal ist von Goldquarzgängen, z. B. in Californien beschrieben worden. Sein Auftreten hier ist nicht mehr wunderbar, seitdem man in den Quellspalten der Steamboat Springs (siehe unter Thermaltheorie) nahe unter der Erdoberfläche vor den

---

[1]) A. Breithaupt. *Paragenesis.* 1849. S. 9.

[2]) W. Lindgren. *Gold Quartz Veins of Nevada City etc.* 17. Ann. Rep. of the U. S. Geol. Surv., 1896, p. 130.

[3]) W. M. Courtis. *Gold Quartz.* Trans. Amer. Inst. of Min. Eng., XVIII, 1890, p. 639.

Augen des Beobachters Opal sich ausscheiden sah, der von goldhaltigen Metallverbindungen begleitet wird, und seitdem man weiss, dass die Thermen von Taupo auf Neuseeland schwach goldhaltigen Kieselsinter erzeugen.

Zuweilen wurde auch Chalcedon beobachtet, so z. B. bei den Golderzgängen von Donnybrook in Westaustralien[1]). Hier sind die anfangs gebildeten Chalcedon-Quarzaggregate später in der Weise wieder ausgelaugt worden, dass ein lockeres goldhaltiges Quarzmehl übrig blieb.

Neben dem Quarz sind übrigens Carbonate auf Gängen dieser Gruppe nicht ganz unbekannt, wie z. B. bei Nevada City und Grass Valley in Californien und in Idaho. Doch spielen sie immer nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Das gediegen Gold dieser Gänge ist gewöhnlich in äusserst feinen Schüppchen, Stäubchen oder Kryställchen in den Quarzkörnchen eingesprengt oder zwischen ihren Flächen eingeklemmt. Seltener finden wir es als Dendriten, Bleche, Knäuel von Drähten oder krystalline Klumpen. Diese letzteren können ganz ausnahmsweise wie bei einem Stück in der Monumental Mine in Sierra Cty., Californien, 43,08 kg an Gewicht erreichen (vergleiche hier das weiter unten über die Goldklumpen der Seifen Gesagte). Solche Klumpen haben immer zackige Umrisse und sind gewöhnlich mit Goldkrystallen überkleidet. Besondere Gestalt haben die Goldaggregate, die aus der Zersetzung von Telluriden hervorgehen. Sie bilden moosartige oder schwammige Krusten, die wegen ihrer senfartigen Färbung als „mustard gold" bezeichnet werden.

Zuweilen ist das Gold so äusserst fein vertheilt, dass man auf die Vermuthung kam, es sei als Silicat im Quarze mancher Gänge enthalten. Diese Annahme ist unnöthig, wenn man bedenkt, dass die Feinheit der Flitterchen weit über unsere gewöhnliche Sehschärfe hinausgehen kann. Hat doch J. A. Edman[2]) bei sehr starker Vergrösserung in den Quarzen noch Goldstäubchen nachweisen können, deren Durchmesser nur den 40. bis 480. Theil eines Millimeter betrugen.

Alles Gold dieser Formation enthält Silber. Der Grad der Feinheit ist sehr verschieden. In Californien z. B. beträgt er gewöhnlich 850—870 Tausendtheile beim Goldstaub, weit mehr aber, bis 950, bei grösseren Klumpen.

Die in den Gängen oft sehr reichlich enthaltenen, nur selten ganz fehlenden Sulfide sind in fein eingesprengten Kryställchen und Körnchen

---

[1]) F. Beyschlag und P. Krusch. *Die Goldgänge von Donnybrook in Westaustralien.* Z. f. pr. G., 1900, S. 169—174.

[2]) Citirt nach E. Cumenge, l. c., S. 40.

oder in derben Aggregaten ausgebildet. Am verbreitetsten unter ihnen ist der Pyrit, der nur ganz selten durch Magnetkies ersetzt wird. Häufig kommen daneben noch vor Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Arsenkies, Antimonglanz, sowie auch Molybdänglanz, die sämmtlich gewöhnlich Gold und Silber zu enthalten pflegen.

Häufig umschliessen die Gänge Fragmente von Nebengestein, die dann gewöhnlich, wie auch eine Zone der angrenzenden Felsart längs der Salbänder mit Gold, goldhaltigem Pyrit und anderen Erzen mehr oder minder stark imprägnirt sind.

Die Goldquarzgänge durchsetzen sehr verschiedenartige Gesteine, am häufigsten ältere Schiefer. Sehr oft sind sie räumlich und genetisch gebunden an solche Regionen, wo das ältere Schiefergebirge von granitischen, dioritischen und diabasischen Gesteinen durchbrochen wird. Bei der Schilderung der einzelnen Beispiele wird wiederholt auf dieses Verhältniss hingewiesen werden.

Die genetische Abhängigkeit vieler Goldquarzgänge von granitischen Intrusivmassen ist durch neuere Forschungen in ein noch helleres Licht gerückt, ja es ist dargethan worden, dass manche dieser Gänge eine sehr grosse Verwandtschaft mit Pegmatitgängen haben. J. E. Spurr[1]) hat gezeigt, dass Goldquarzgänge, wenn auch gegenüber der eigentlichen Gangart, dem Quarz, immer nur in verschwindend kleiner Menge, eine grosse Anzahl von solchen accessorischen Mineralien enthalten, die auch für die Pegmatitgänge charakteristisch sind. So befinden sich unter den von G. F. Becker[2]) aus den Golderzgängen der südlichen Appalachen angeführten 62 Mineralspezies u. a. Turmalin, Zinnstein, Apatit, Orthoklas, Albit, Granat und Scheelit. Ja, noch mehr, in Fortymile und Birch Creek des Yukon Districtes stellte Spurr Uebergänge fest zwischen Goldquarzgängen zu Apliten, also glimmerarmen, feinkrystallinen, häufig in Pegmatit übergehenden Graniten. Diese Uebergänge vollziehen sich ganz allmählich durch immer reichlichere Aufnahme von Feldspath. Die Erscheinung ist erst verständlich geworden, seit man durch W. O. Crosby, M. L. Fuller, W. C. Brögger und Andere besser über die wahrscheinlichen Bedingungen unterrichtet ist, unter denen die Pegmatitsubstanz sich ausgeschieden hat. Diese Bedingungen müssen in der Mitte gelegen haben zwischen denen, unter welchen ein saueres Eruptivgestein erstarrte, und denen, unter welchen ein gemeiner Quarzgang ausgeschieden wurde. Das Wasser und verschiedene gasförmige

---

[1]) J. E. Spurr. *Geology of the Yukon Gold District, Alaska.* 18. Ann. Rept. of the U. S. Geol. Surv., III., 1896—97, p. 298 ff.

[2]) G. F. Becker. *Goldfields of the Southern Appalachians.* 16. Ann. Rep., p. 274.

Verbindungen concentriren sich während der Krystallisirung der Magmen mehr und mehr, diese restirenden, mit Kieselsäure beladenen Lösungen dringen von den Contactflächen aus in Klüfte ein und scheiden hier Gangquarz ab, zugleich aber auch metallische und nicht metallische Verbindungen, die vordem in dem noch flüssigen Magma gleichmässig vertheilt waren, sich aber jetzt in dieses übrig gebliebene Schwitzwasser hineingezogen haben.

Man vergleiche mit diesen Andeutungen, was wir früher, S. 14, über die Processe der magmatischen Differentiation mitgetheilt haben.

Unabhängig von den nordamerikanischen Forschern hat auch E. Hussak ähnliche Ideen für die Lagerstätten von Passagem geäussert (siehe weiter unten).

Solche Goldquarzgänge rücken bei derartiger Auffassung genetisch, wenn auch nicht stofflich den Zinnerzgängen sehr nahe, über deren Genesis wir uns später äussern werden. Besonders gilt das Gesagte auch für die Gänge der kupferigen Goldquarzformation mit ihrem charakteristischen Turmalingehalt.

Es soll nun die Beschreibung der Untergruppen an besonders wichtigen Beispielen folgen.

I. *Pyritische Goldquarzformation.*

In typischer Entwickelung sehen wir diese Formation in dem berühmten „Goldgürtel" Californiens[1]). Dieses ausgedehnte Ganggebiet befindet sich auf dem sanft nach den grossen Längsthälern des Sacramento und des St. Joaquin abfallenden Westhange der Sierra Nevada.

Dieses Hochgebirge wird wesentlich von carbonischen (Calaveras-Formation) und juratriasischen (Mariposa-F.) Schiefern zusammengesetzt, die überall von Gesteinen der Granitgruppe durchbrochen und contactmetamorph beeinflusst worden sind. Schwarze Schiefer mit Kalksteinlagern und diabasischen Zwischenmassen sowie

---

[1]) M. Laur. *Du gisement et de l'exploitation de l'or en Californie.* Ann. d. Mines, 1863, Ser. VII, Tome III. — J. D. Whitney. Geol. Surv. of California, 1865, Vol. I. — H. W. Turner. *Notes on the Gold Ores of California.* Amer. Journ. of Sc., 1894, S. 467—473. — *Geolog. Atlas of the United States.* Californian Folios 1894 etc. — W. Lindgren. *The Gold-Silver-Veins of „Ophir".* California. 14. Ann. Rept. of the U. S. Geol. Surv., 1894, p. 249—284. — Derselbe. *Characteristic features of California Goldquartz-veins.* 1895. Bull. of the Geol. Soc. of Am., Vol. 6, p. 221. — Derselbe. *The Gold-Quartz-Veins of Nevada City and Grass Valley Distr., Calif.* 17. Ann. Rept. of the U. S. Geol. Surv., 1896, p. 13 bis 262. — B. Knochenhauer. *Der Goldbergbau Californiens.* Leipzig 1897, eine sehr gute Uebersicht, der wir unsere Skizze hauptsächlich entnahmen.

Sandsteine walten in beiden Schichtengruppen vor, die sehr wahrscheinlich in Folge einer nach O. hin gerichteten Ueberschiebung überkippt erscheinen und meist steil nach O. zu einfallen. Ihr Streichen läuft nach N., etwas der NNW. gerichteten Gebirgsachse zu. Nach vorausgegangenen älteren Faltungsprocessen hat die eigentliche Aufrichtung des ganzen Gebirges erst in spättertiärer Zeit begonnen, wobei zugleich noch eine jüngere Faltung einsetzte.

Die Golderzgänge sind vorzugsweise den älteren parallel zur Gebirgsachse streichenden Falten gleichgerichtet. Der Hauptgang, der Muttergang (mother lode) zieht sich in einer Länge von über 120 km häufig den Contactzonen plutonischer Intrusivmassen folgend vom Mt. Ophir bis über Placerville hinaus. Er ist ein Zug von parallelen, oftmals unterbrochenen Quarzgängen, die entweder gleiches Streichen mit den schwarzen Thonschiefern der Mariposa-Formation haben oder sie unter sehr spitzem Winkel durchsetzen. Auch das gewöhnlich unter 50 bis 70° nach O. gerichtete Einfallen folgt in der Hauptsache dem Einschiessen der Schiefer. Die Mächtigkeit des Hauptganges erreicht häufig 10 m und darüber, sinkt aber stellenweise bis auf nur 1 m herab. Nördlich von der Lawrence Grube zertrümert sich der Muttergang und löst sich endlich auf in ein wirres Netz von kleinen, häufig sehr goldreichen Quarzschnürchen, die an eine bestimmte Schieferzone gebunden sind (seam diggings). Andere wichtige Gänge setzen unabhängig vom Muttergange im Contactgestein zwischen den Calaveras-Schiefern und Granit bei Grizzly Flat im SO. von Placerville auf, noch andere im Norden bei Grass Valley und Nevada City. Manche der Gänge folgen eine Strecke weit dem Contacte zwischen Schiefern und Einschaltungen veränderter Diabasgesteine. Manche werden von OW. streichenden Verwerfungen durchschnitten, wie nach Laur der Muttergang im Yosemitethal mit einer Verschiebung von gegen 150 m.

Auch abseits des eigentlichen Goldgürtels der Sierra Nevada birgt Californien, wenn auch minder bedeutende Golderzgänge, wie im Küstengebirge bei San Diego.

Bei allen diesen Gängen ist die einzige Gangart Quarz, der bei den reicheren Vorkommnissen gern in dünnen Lagen abgesondert ist (ribboned-quarz), bei den ärmeren mehr ein massiges Gefüge hat. In diesem Quarz ist das Gold gewöhnlich als ein ganz feiner, kaum wahrnehmbarer Staub eingesprengt, seltener in grösseren Aggregaten. Der Feingehalt dieses Goldstaubes beträgt in der Regel 850—870 Tausendtheile. Das Gold wird stets begleitet von goldhaltigem Pyrit, gelegentlich auch von Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies und Telluriden, selten von Magnetkies, Molybdänglanz, Fahlerz, Zinnober, Antimonbleierzen. Die aufbereiteten Sulfide halten meist 120—140 g, seltener noch mehr Gold pro t. Als Durchschnitt des Goldgehaltes der geförderten Erze insgesammt nimmt B. Knochenhauer 15—20 g pro t an. Im Eisernen Hut, der bis 40, selten bis 60 m Teufe erreicht, hat man weit höhere Gehalte angetroffen, 125—160 g pro t waren keine Seltenheit. Wenn nun auch unter dem Hut der Goldgehalt allmählich abnahm, so ist doch in der unzersetzten Zone selbst eine noch grössere Abminderung

oder gar Vertaubung bei den californischen Gängen bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Die Schächte der Kennedie Grube bei Jackson City haben sogar noch in 600 bis 655 m Teufe bauwürdiges Golderz angetroffen. Freilich ist die Vertheilung des Goldgehaltes in den Gängen keine gleichmässige. Gewöhnlich lösen sich vertical gestellte Adelsvorschübe so einander ab, dass der eine nach der Teufe zu sich auskeilt, etwas abseits davon aber ein neuer sich ansetzt.

Was die Entstehung dieser Gänge betrifft, so hält einer ihrer ausgezeichnetsten Kenner, W. Lindgren, dafür, dass sie nicht abhängig sind von ihrem Nebengestein, also nicht im Sinne der engeren Lateralsecretionstheorie gebildet sein können, sondern vielmehr durch aufsteigende Thermen, beladen mit Kieselsäure, Carbonaten und Kohlensäure. Er schliesst das zum Theil auch aus der gewöhnlichen Umwandlung, die das Nebengestein dieser Gänge erlitten hat. Diese besteht in einer reichlichen Carbonatbildung und theilweiser Sericitisirung.

Seit 1848 hat man den Goldreichthum Californiens auszubeuten begonnen. Von der noch immer bedeutenden Production fielen im Jahre 1891 rund 14500 kg auf den Gangbergbau. Im Jahre 1898 betrug die gesammte californische Goldproduction 22418 kg.

Californien erzeugte in den letzten 50 Jahren für 5256706632 M. Gold und zwar im Durchschnitt jährlich für 105134132 M. Im Jahre 1898 betrug die Production für 70000000 M., zur Zeit rund für 68000000 M.[1]).

Auch anderwärts in den Vereinigten Staaten finden sich Ganggebiete von diesem Typus, so in Idaho[2]), im südlichen Alaska[3]), im Yukon Goldgebiet[4]), und zum Theil auch in den südlichen Appalachians[5]). Es kann eine besondere Schilderung dieser in den angegebenen Werken meisterhaft beschriebenen Gebiete hier nicht Platz finden.

In Südamerika treffen wir ein wichtiges Bergbaurevier mit derartigen Gängen u. a. bei Callao am rechten Ufer des Yruari im Süden des Orinoko, in dem sog. Caratal District Venezuelas. Die Gänge dieser Gegend zeichnen sich durch das starke Zurücktreten des goldhaltigen Pyrites gegenüber dem Freigold aus, was wohl zusammenhängen dürfte mit einer besonders tief hinabreichenden secundären

---

[1]) California-Paris Exposition Commission 1900.

[2]) W. Lindgren and F. H. Knowlton. *The Mining Districts of the Idaho Basin etc.* 18. Ann. Rept. of the U. St. Geol. Surv., Washington 1898.

[3]) Geo. F. Becker. *Reconnaissance of the Gold Fields of Southern Alaska.* 18. Ann. Rept of the U. St. Geol. Surv., III., 1898, p. 1—86.

[4]) J. E. Spurr. *Geology of the Yukon Golddistrict, Alaska.* 18. Ann. Rept. of the U. St. Geol. Surv., III., 1898, p. 87—392.

[5]) Geo. F. Becker. *Gold Fields of the Southern Appalachians.* 16. Ann. Rept. of the U. St. Geol. Surv., III., 1895.

Zersetzung der Kiese. Das Gebiet hat von 1866 bis 1886 die beträchtliche Menge von 55862 kg Gold exportirt[1]).

Auch in Niederländisch Guyana (Surinam) und Englisch Guyana sind pyritische Goldquarzgänge in Bau begriffen.

Eine grossartige Entwicklung hat die pyritische Goldquarzformation in Australien[2]) erfahren, sowohl auf dem australischen Continente, wie auf den neuseeländischen Inseln und auf Tasmanien.

Wir können aus der Fülle der dortigen Beispiele nur einige wenige kurz berühren.

In neuester Zeit erregten durch ihre rasch ansteigende bedeutende Production grosses Aufsehen namentlich die Golderzreviere in Westaustralien[3]), deren Gänge zum grössten Theil in diese Kategorie gehören.

Das dortige goldführende Gebiet, grösser wie Deutschland an Flächeninhalt, gehört zum inneraustralischen Tafelland und bot daher durch grosse Wasserarmuth und Holzmangel den bergmännischen Unternehmungen grosse Schwierigkeiten dar. Das Gebirge besteht aus aufgerichteten Thonschiefern, Quarziten, Glimmerschiefern, Phylliten, Talkschiefern und Chloritschiefern mit vielen Durchbrüchen von Diorit und Diabas, die oft durch Druck in schieferige Amphibolite umgewandelt worden sind. Diese Gesteine werden im Gebiete von Coolgardie in ONO. von der Hafenstadt Perth, bei Kalgoorlie u. a. O. von vielen, meist nach NNW. oder NNO. streichenden, von zahlreichen goldhaltigen Quarztrümern durchzogenen Zerrüttungszonen, zum Theil auch von einfachen Goldquarzgängen durchsetzt, welche letztere oft als Lagergänge oder Lenticulargänge entwickelt sind. Während jene Trümerzonen sich oberflächlich gar nicht im Terrain verrathen, bilden diese, „reefs" genannt, oft weithin streichende Quarzkämme im Gelände. Das Gold ist als Freigold, bei manchen Gängen, wie dem Great Boulder Main Reef zu Kalgoorlie, auch als chemischer Bestandtheil von Calaverit und anderen Telluriden verschiedener Art und endlich überall auch zugleich gebunden an Pyrit vorhanden. Neben diesem werden auch etwas Arsenkies, Bleiglanz, Kupferkies und einige seltenere Erze erwähnt. Die Telluride führenden Gänge begleiten nach Pittman Eruptivgänge, schieferig gewordene Porphyre. Vielleicht nehmen sie eine besondere Stellung ein und müssen aus der pyritischen Goldquarzformation ausgeschieden werden. Der

---

[1]) C. Le Neve Foster. *On the Caratal Gold-field.* Quart. Journ. Geol. Soc. XXV, 1869, p. 236. — Fuchs et De Launay. Traité II. p. 896—902.

[2]) Hierüber die zusammenfassende Arbeit von K. Schmeisser. *Die Goldfelder Australiens.* Berlin 1897. Man vergl. auch Wolff. *Das australische Gold, seine Lagerstätten und Associationen.* Z. d. D. G. G., 1877.

[3]) K. Schmeisser. *Die Goldfelder Australiens.* Berlin 1897. S. 43. — A. Gmehling. *Beitrag zur Kenntniss der westaustralischen Goldfelder.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1898, S. 161 und *Ueber die Golderzlagerstätten von Coolgardie.* Ebenda. 1897. S. 425. — Sloet van Oldruitenborgh. *Technical observations upon the Coolgardie Goldfields.* Mining Journal, 1897, S. 819. — P. Krusch. *Die Tellurerze Westaustraliens.* Z. f. pr. G., 1901, S. 211—217 (nebst Litteratur).

Goldgehalt in den einzelnen Quarzgängen beläuft sich nach K. Schmeisser meist auf 30—60 g pro t, in den Quarztrümern der zusammengesetzten Gänge und Zerrüttungszonen auf 30—120 g, in den übrigen Ausfüllungsmassen dieser Zonen höchstens bis auf 30 g. Ausnahmsweise hatten einzelne Gruben einen zeitweiligen Gehalt ihrer Pocherze von 90—470 g pro t zu registriren. Der Goldgehalt nimmt fast überall in der Oxydationszone nach der Tiefe hin ab. Nach H. C. Hoover ist er bisweilen schon in 30 m Tiefe auf die Hälfte bis ein Viertel reducirt.

Ueber die merkwürdigen eluvialen Golderzlagerstätten dieser Gegend, Cemente genannt, siehe unter Goldseifen.

Die Goldproduction von Westaustralien im Jahre 1898 belief sich auf 29218 kg Feingold.

In die Gruppe der pyritischen Goldquarzformation mit Uebergängen zur arsenigen gehören die meisten Gänge der Goldfelder in der Colonie Victoria, deren wichtigsten die von Ballarat, Beechworth, Sandhurst, Maryborough, Castlemaine, Ararat und Gippsland sind. Die dortigen Gänge setzen zumeist in silurischen Schiefern auf und stehen vielfach in enger Beziehung zu dioritischen Eruptivmassen. Wir haben bereits früher die merkwürdigen Sattelgänge von Bendigo im Sandhurst District geschildert (S. 135). Hier befinden sich zugleich die grössten Tiefbaue Australiens auf Goldquarzgängen, in Lansells Grube, die nach R. Schmeisser 1896 bereits 975 m Teufe erreicht hatten. Auch der Leitergänge von Waverley ist bereits gedacht worden (S. 175).

In Neu-Süd-Wales mögen die Gangreviere des Wyalong Goldfeldes genannt werden[1]), in Queensland die von Charters Towers[2]). Im letzteren Gebiet wird der Pyrit zum Theil ersetzt durch goldhaltigen Magnetkies. In derselben Colonie liegt auch das Crocodile-Goldfeld 42 km in SW. von Rockhampton mit der merkwürdigen Lagerstätte des Mt. Morgan, über die hier einige Bemerkungen Platz finden mögen[3]).

Am Linda Creek erhebt sich bis zu 152 m Höhe über dem Bache der Mt. Morgan, „die grösste Goldlagerstätte der Erde", als ein stumpfkegelförmiger Hügel, der zum weitaus grössten Theil aus abbauwürdigem Golderz bestand. Sein Gipfel ist durch einen Tagebau schon längst abgetragen, auch die tieferen Regionen bis unter die Thalsohle hinab sind durch Stolln und Gesenke nach allen Richtungen hin aufgeschlossen. Bis zu 90 m Tiefe ist das Erz sehr ungleichartig. Es besteht hier aus bläulichgrauem Quarz, kieseligem Rotheisenstein von lichtrother bis blau-

---

[1]) E. F. Pittman. *On the Geolog. Structure of the Wyalong Gold-fields.* Records Geol. Surv. of N. S. W., 1894, p. 107.

[2]) R. L. Jack. Rep. on the Geology and Mineral Resources of the District between Charters Towers Gold-fields and the Coast. 1879.

[3]) R. L. Jack. *Reports of the Queensland geolog. Survey*, 1884, and *Mt. Morgan Gold Deposits*, 1892. — T. A. Rickard. *The Mt. Morgan Mine.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XX., 1891, p. 133. — K. Schmeisser. l. c. S. 81—84.

schwarzer Färbung, Braun- und Manganeisenerz, weissem, blasigem, oft schaumartigem Kieselsinter, Kaolin und Ockererde. Von 90 m ab nach grösserer Tiefe hin geht dieser Eiserne Hut über in einen goldhaltigen und Pyrit führenden Quarzit. Der Durchschnittsgehalt nahm nach der Tiefe zu constant, zuletzt aber sehr langsam ab von gegen 115 g bis 40 g pro t. Die Jahresproduction dieser einzigen Grube betrug 1896 gegen 95000 t Erz mit 4560 kg Gold.

Die Lagerstätte hat stockförmige nach der Tiefe zu sich verjüngende Gestalt und wird von mehreren Dolerit-, Rhyolith- und Felsitgängen durchzogen, mit denen T. A. Rickard die Imprägnation der ganzen Gebirgsscholle mit goldführendem Quarz genetisch in Zusammenhang bringt. Das Vorkommen von Kieselsinter dagegen, das für einen Absatz der gelösten Kieselsäure nahe an oder auf der Erdoberfläche zu sprechen schien, veranlasste R. L. Jack den Mt. Morgan für eine Geysirbildung zu erklären. Es erscheint noch verfrüht, sich für eine der beiden Ansichten zu entscheiden, zumal da von der ersten Theorie noch nicht sicher festgestellt zu sein scheint, welchen petrographischen Charakter das jetzt gänzlich verkieselte und vererzte Gestein des Berges früher besass.

Auch der grösste Theil der afrikanischen Golderzgangreviere gehört in diese Rubrik. Wir begnügen uns, hier nur ein Beispiel anzuführen, die berühmten Sheba Gruben[1]) bei Eureka City in Transvaal, deren Erze, als man noch im eisernen Hut baute, durch ihren auffallenden Goldreichthum bis 250 g pro t das allgemeine Erstaunen erregten. Diese Gruben liegen im De Kaap-Goldfeld zwischen der Delagoa Bai und der Hauptstadt der ehemaligen Republik.

Auch die Vorkommnisse in Matebele- und Maschonaland mit den altsemitischen bergmännischen Niederlassungen von Zimbabwe seien erwähnt[2]), endlich die von den alten Egyptern ausgebeuteten Gänge in der östlichen Wüste zwischen Nil und Rothem Meer[3]).

In Asien birgt der Ural und das Amurgebiet zahlreiche Lagerstätten dieser Art.

Von den uralischen Vorkommnissen seien als hierher gehörig erwähnt die schon östlich des eigentlichen Gebirges gelegenen Ganggebiete von Tscheljabinsk, wo die grosse sibirische Bahn beginnt.

Die dortige Gegend besteht nach A. Karpinsky[4]) aus einem sehr stark dynamometamorphen Granit, zum Theil einem Hornblendegranit. Dieser wird von

---

[1]) P. R. Krause. *Kurze Schilderung der Grubenbezirke von Pilgrimsrest und De Kaap (Transvaal).* Z. f. pr. G., 1897, S. 22.

[2]) R. Rugg. *Matabili Land, its Gold Fields etc.* London 1891. — Derselbe. *New map of Matabili Land, Mashona and Tati Gold Fields.* London 1891. — A. G. Sawyer. *The Gold Fields of Mashonaland.* With 21 maps and plates. London 1894. — Th. Bent. *The ruined cities of Mashonaland.* London 1896. — C. Peters. *Im Goldlande des Alterthums.* München 1902.

[3]) Ch. A. Alford. Ref. Z. f. pr. G., 1902, S. 9.

[4]) *Guide des excursions du VII. Congrès.* Géolog. Internat., 1897, V., p. 30.

zahlreichen, theils nach NO. theils nach NW. streichenden goldführenden Gängen durchzogen. Die Gangfüllung besteht aus gänzlich zerrüttetem Nebengestein und aus Quarz, der gewöhnlich geschlossene Gangtrümer von 0,2—0,7, ausnahmsweise bis 2 m Mächtigkeit bildet oder wohl auch in netzförmig verbundenen Adern den zerrütteten Granit durchzieht. In den oberen Teufen enthält der Gangquarz Freigold, in 30—40 m Teufe stellen sich dagegen goldhaltige Schwefel- und Arsenkiese ein. Der Goldgehalt schwankt in der Regel zwischen 2,0—10,4 g pro t. Doch ist man auch auf Adelspunkte mit 30 g pro t und darüber gestossen. Manche der dortigen Gänge sind, wie dies zuweilen auch bei den californischen vorkommt, sehr regelmässig aus 2—5 cm dicken Quarzplatten aufgebaut, zwischen denen besonders die goldhaltigen Kiese und die Freigold umschliessenden Ocker sitzen. Ein solcher Gang, wenn er ausserdem noch flach fällt, wie der unter 15° nach NNW. einschiessende Iwanowsky-Gang, macht auf den ersten Blick einen lagerartigen Eindruck.

Unter den sibirischen Ganggebieten dieser Art nennen wir nur das von Onon[1]) in WSW. von Nertschinsk in Transbaikalien. Die Gänge stehen hier in Verband mit Apliten, die palaeozoische Schiefer durchsetzen.

Unter den europäischen Beispielen des Vorkommens dieser Formation ist das bekannteste das der Hohen Tauern in den Ostalpen mit den noch jetzt betriebenen Bergbauen am Goldberg von Rauris und am Rathhausberg bei Gastein[2]). Hier werden Gneisse und andere krystalline Schiefergesteine der Centralalpen durchsetzt von gewöhnlich nur als sehr schmale Klüfte, sog. Blätter entwickelten Gängen von Quarz mit Freigold in feinster Vertheilung, mit Pyrit und mit einer Anzahl anderer sulfidischer Erze, wie Kupferkies, Arsenkies, Bleiglanz, Blende und Antimonglanz, sehr selten auch Molybdänglanz und verschiedenen edlen Silbererzen. Wegen der Betheiligung dieses sehr mannigfaltigen Erzgemisches, worin aber Pyrit immerhin bei weitem vorwaltet, ist das Beispiel nicht so typisch, wie etwa die geschilderten californischen oder australischen Goldquarzgänge. Es bildet einen Uebergang von der pyritischen Goldquarzformation zur kiesigen Bleierzformation. Besonders wichtig an diesen Gängen der Tauern ist die starke Imprägnation mit Erzen im Nebengestein der Blätter, die zuweilen auch zur Herausbildung lagerartiger Gebilde geführt hat, wie am Heinzenberg bei Zell in Tyrol. Die Production des Rathhausberges betrug im Jahre 1898 nur 76,7 t goldhaltige Schlieche.

---

[1]) E. D. Levat. *L'Or en Sibérie orientale.* I. p. 64.

[2]) B. von Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 318—324. — F. Pošepny. *Goldbergbaue der Hohen Tauern.* Archiv f. pr. G., I., 1880, S. 1ff. — R. Canaval. *Das Bergbau-Terrain in den Hohen Tauern.* Klagenfurt 1896. Mit Bibliographie. — P. Krusch. *Die Goldlagerstätten in den Hohen Tauern.* Z. f. pr. G., 1897, S. 77ff. — F. Berwerth und F. Wachter. *Die Minerale der Rauris.* VII. und VIII. Jahresber. des Sonnblick-Ver. 1898 u. 1899 nebst Litteraturang.

Typischer entwickelt scheint die pyritische Goldquarzformation bei manchen Vorkommnissen der piemontesischen Alpen, so bei denen von Brusson[1]).

In Böhmen ist Eule-Jilova[2]) zwischen den Thälern der Sazava und des Libře zu nennen. Neben Pyrit und Freigold führen die dortigen Gänge auch Arsenkies. Der Bergbau von Eule ist uralt. Er begann angeblich schon am Ende des 8. Jahrhunderts. Es dürfte hier die grösste Goldgewinnung des ehedem goldreichen Böhmens stattgefunden haben.

Im Jahre 1898 ruhte zu Eule der Betrieb fast ganz. Es wurden nur 38 t Golderze producirt. Dagegen erzeugten die Gruben in Bořkowitz im Kuttenberger Bezirk in demselben Jahre 2288,4 t Golderze. Auch am Berge Roudny östlich von Wotitz hat man neuerdings wieder pyritische Golderzgänge in Angriff genommen[3]).

II. Kupferige Goldquarzformation.

Bei diesem Typus finden sich in der quarzigen Gangart neben Freigold und goldhaltigem Pyrit viel Kupferkies und andere Kupfererze. Ein sehr charakteristischer Begleiter ist häufig Turmalin. Die Gänge sind gewöhnlich an sauere Eruptivgesteine gebunden, besonders an Granite.

Das bekannteste Beispiel der kupferigen Goldquarzformation bietet die Umgebung von Berezowsk (Berjósowsk)[4]) bei Jekaterinburg am Ostabhang des uralischen Erzgebirges.

Berezowsk liegt in einer flachwelligen, von Kiefernwäldern und Weideflächen bedeckten Gegend, die aus einem sehr tiefgründig zersetzten, stark dynamometamorph beeinflussten Schiefergebirge besteht. Diese Schiefer und zwar Talk-, Chlorit- und Thonschiefer, die dort sämmtlich im röthlichgefärbten zersetzten Zustand „krassik„ heissen, werden durchsetzt von zahlreichen 2—40 m mächtigen, nördlich streichenden, saiger stehenden Gängen eines bis in grosse Teufe hinab ebenfalls stark zersetzten Mikrogranites, Beresit genannt. Diese sind durch tiefe Schurfgräben und ausgedehnte Stolln- und Schachtanlagen aufgeschlossen. Quer zum Sreichen dieser Beresite, von Salband zu Salband, aber auch kurze Strecken darüber hinaus, laufen

---

[1]) C. Schmidt. *Geol. Gutachten.* Bern 1900.

[2]) F. Pošepny. *Goldvorkommen in Böhmen.* Archiv f. pr. G., II, 1895, S. 79.

[3]) P. Krusch in Z. d. D. G. G. 1902.

[4]) B. von Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 554—556. — F. Pošepny. *Golddistricte von Berezov und Mias im Ural.* Archiv f. pr. G. II. S. 499—598. — A. Karpinsky dans *Guide des excursions du VII. Congrès Géolog. Internat.* 1897. V. p. 42. Avèc une Bibliographie.

zahlreiche, meist nur wenige cm, nur ausnahmsweise bis 1 m mächtige Trümer von goldführendem Quarz (siehe die Abbildung Fig. 121 auf S. 177).

Diese Quarzgänge führen neben Freigold sehr verschiedene sulfidische Erze und deren Zersetzungsproducte, nach B. v. Cotta namentlich Pyrit, etwas Nadelerz ($PbCuBiS_3$), Fahlerz, Kupferkies und derben Bleiglanz, sowie Rothbleierz, Melanochroit, Vauquelinit, Pyromorphit, Vanadinit, Cerussit, Anglesit, Eisenoxydhydrat und Wismuthocker. Sehr häufig finden sich ferner in dem Quarz lange Nadeln eines graugrünen Turmalins, die gewöhnlich quer zum Salband gestellt sind, und kleine Krystalle oder radialstrahlige Kugeln von Pyrophyllit, zuweilen auch Magnesit. Sehr merkwürdig sind endlich die Pseudomorphosen eines chromhaltigen Turmalins nach Pyrit, die auf diesen Goldquarztrümern gelegentlich vorgekommen sind, wie man sich z. B. in der Sammlung der Universität Moskau überzeugen kann.

Der Goldgehalt dieser Gänge ist wesentlich, vom Freigold abgesehen, an den Pyrit gebunden. Er schwankt nach A. Karpinsky zwischen 2,5 bis zu 30, ja local bis zu 250 g pro t. Als mittlerer Gehalt darf etwa 13 g pro t gelten.

Die die Goldquarztrümer führenden Mikrogranitgänge (Aplitgänge) dürften in genetischem Zusammenhang stehen mit dem Massiv von Granitit am nicht allzu fernen Schartasch-See. Die ganz frischen Steinmetzabfälle dieses Gesteins, das dort zu Treppenstufen, Thürstöcken etc. steinbruchsmässig gewonnen wird, sollen nach glaubwürdigen Angaben bis 1 g Gold pro t enthalten. Wenn also der eigentliche Intrusivstock goldhaltig ist, so ist es nicht weiter auffällig, dass auch die Nachschübe desselben Magmaheerdes in der Gestalt der Aplite einen Goldgehalt mitbrachten, der in den Quarztrümern sich concentrirte. Diese Quarztrümer scheinen ihrer Entstehung nach von einem gleichen Gesichtspunkte betrachtet werden zu müssen wie die Pegmatite, man vergleiche hierüber das auf S. 301 Gesagte.

Die Golderzgänge von Berezowsk wurden 1745 entdeckt, und die Gruben darauf stehen noch heute in Betrieb.

Der kupferigen Golderzformation gehören auch die meisten skandinavischen Golderzgänge an.

Auf der Bömmel-Insel[1]), an der Westküste von Norwegen zwischen Bergen und Stavanger sind solche Gänge durch Th. Scheerer und später durch H. Reusch bekannt geworden und haben seit 1884 einen Bergbau von Seiten einer englischen Gesellschaft veranlasst.

Die Gegend besteht in der Hauptsache aus einem Saussuritgabbro, der von Quarzporphyr und von stark durch Druck veränderten, dioritischen Gängen durchbrochen wird. In diesen Gesteinen, besonders im Quarzporphyr, setzen die Goldquarzgänge auf. Ihre Mächtigkeit steigt bis zu 1 m an, sie streichen nach NO. und fallen unter 25—45° nach SW. Ihre Füllung besteht aus Quarz, etwas Calcit und Chlorit, mit Freigold, Kupferkies, Pyrit, Bleiglanz, zuweilen Tellurwismuth, sehr selten gediegen Silber. Der Goldgehalt der Erze schwankt nach H. Louis zwischen 7—28 g pro t.

Der Goldgehalt der Turmalin führenden Kupfererzgänge im südnorwegischen Thelemarkgebiet ist bereits (S. 232) erwähnt worden.

---

[1]) H. Reusch. *Bömmelöen og Karmöen.* Kristiania 1888. p. 392. — Phillips and Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 519.

Auch die Golderzgänge von Eidsvold, 75 km im N. von Kristiania, sind hier zu nennen.

In Schweden wird die Gruppe durch das Vorkommen von Ådelfors in Småland repräsentirt, sowie auch durch die Golderztrümer im Kiesstock von Falun (siehe diesen).

Mit sehr typischen Vorkommnissen der kupferigen Golderzformation hat uns ferner W. Möricke[1]) in Chile bekannt gemacht. Sie stellen hier das extreme Glied unserer Gruppe der Turmalin führenden Kupfererzformation dar. Neben Quarz mit Turmalin enthalten sie Pyrit, Freigold, Kupferkies und andere Kupfererze. Auch dort sind sie gern an Granite und andere saure Eruptivgesteine gebunden. Als Beispiele seien die Gänge von Guanaco, von Andacollo und von Los Sauces in Chile genannt.

Auch in Australien scheinen an Kupfererzen reiche Goldquarzgänge ziemlich häufig zu sein, so besonders nach dem Material unserer Sammlung in N.-S.-Wales. Ob sie Turmalin führen und auch sonst eine gut charakterisirte Gruppe bilden, scheint noch nicht untersucht zu sein.

Auf den Philippinen gehören nach mündlichen Mittheilungen von F. V. Voit hierher die Gänge von Mambulao und Paracale.

Transvaal bietet als Beispiel die Gänge im Dolomit des Malmaniflusses im Marico-District[2]).

Eine ganz gesonderte Stellung unter den Golderzgängen nehmen nach W. Lindgren die von ihm Biotit-Kupfer-Golderzgänge genannten Vorkommnisse von Rossland in Britisch Columbien ein.

Sie setzen in Gesteinen auf, die zwischen Dioriten und Monzoniten oder gar Syeniten abändern. Die Erze bestehen aus goldhaltigem Magnetkies, Kupferkies und etwas Arsenkies. Die Hauptgangart ist Biotit. Daneben finden sich etwas Quarz, Calcit, Muscovit, Amphibol, Chlorit, Turmalin und Granat. Das Nebengestein ist stark metasomatisch umgewandelt. Seine Hornblende und z. Th. auch Feldspäthe sind durch Biotit verdrängt worden, die Feldspäthe auch durch Erze ersetzt. Der genannte Autor hält diese Gänge für unmittelbar nach der Gesteinsintrusion entstanden und zwar unter hohem Druck.

III. Die antimonige Goldquarzformation.

An Stelle des Pyrites ist hier als charakteristischer Begleiter des Freigoldes Antimonglanz getreten, der selbst auch goldhaltig ist. Untergeordnet nehmen an der Zusammensetzung dieser Gänge noch Theil

---

[1]) W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupfererzlagerstätten in Chile.* 1897.

[2]) G. A. F. Molengraaff. *Géol. de la Rép. Sud-Africaine.* 1901. p. 40.

der fast immer zugleich noch einbrechende Pyrit, Arsenkies, selten Bleiglanz, Blende und Kupferkies, neben dem Quarz ganz untergeordnet wohl auch Carbonspäthe.

Ein gutes Beispiel ist das Gangrevier von Krásnáhora (oder Schönberg) und Milešov (oder Mileschau) im inneren Böhmen, südwestlich von Prag, das uns von F. Pošepny[1]) geschildert worden ist. Die Gegend besteht aus einem zwischen Schiefern eingeschalteten Intrusivstock von Granit, der von einzelnen Porphyr- und sehr zahlreichen Lamprophyrgängen durchzogen wird. Die meisten Erzgänge begleiten diese Gesteinsgänge. Neben Quarz als Hauptgangart führen sie etwas Calcit und als Erze Antimonglanz mit einem Goldgehalt von 100—133 g pro t, Arsenkies und Pyrit, zusammen mit etwa 300—400 g pro t, gediegen Gold in Blättchen und traubigen Aggregaten im Quarz, auch Antimonocker und Pyrostibit. Der Antimonglanz macht oft den grössten Theil der Füllung aus. Es sollen bis 1 m mächtige Massen vorgekommen sein.

Bei Mileschau wurde schon im 14. Jahrhundert ein lebhafter Goldbergbau betrieben. In neuerer Zeit war lediglich der Antimonglanz der Gegenstand der Gewinnung. Doch wurden bei dem Antimonerzbergbau in Schönberg und Proutkowitz bei der Aufbereitung der Antimonerze noch im Jahre 1898 254,3 t Goldquarze und 180,4 t goldhaltige Kiesschlieche erzeugt neben 661,5 t Antimonerzen.

Ein anderes typisches Vorkommen dieser Art in der österreichischen Monarchie ist nach B. v. Cotta Magurka[2]) in Ungarn am nördlichen Abhang der 1200—1800 m hohen Granitkette, die das Sohler Comitat von der Liptau trennt. Hier durchsetzen den Granit wenige cm bis 4 m mächtige Quarzgänge mit Antimonglanz und Freigold nebst zerquetschten Granitschollen. Untergeordnet brechen auch Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies, Braun- und Kalkspath mit ein. Gewöhnlich nimmt der Quarz die Salbandzonen, der Antimonglanz die Gangmitte ein.

Auch gehört hierher das bekannte Gangrevier am Brandholz bei Goldkronach[3]) im Fichtelgebirge.

Hier werden cambrische Sericitschiefer durchsetzt von Quarzgängen, an deren Zusammensetzung sich als Gangarten auch etwas Braunspath, Kalkspath und vereinzelt Schwerspath betheiligen, und die Antimonglanz, gold- und silberhaltige Schwefel- und Arsenkiese, und gediegen Gold, ganz nebenbei auch Bleischweif, braune Blende, gediegen Antimon, Antimonocker, Stiblith, Heteromorphit und Bournonit führen. Der Quarz ist oft ganz mit fein eingesprengten Erzen imprägnirt. Die Gänge keilten oft aus und wurden eine Strecke weit durch eine einfache Kluft ersetzt, neben der das Nebengestein verkieselt und mit Arsen- und Schwefelkies

---

[1]) R. Helmhacker. *Der Antimonbergbau Milesóv bei Krásná Hora.* 1874. — F. Pošepny. *Goldvorkommen Böhmens.* Archiv f. pr. G., II., 1895, S. 165.

[2]) B. von Cotta. Berg- u. H. Z., 1861, S. 123.

[3]) C. W. Gümbel. *Fichtelgebirge.* 1879. S. 386—393. — F. v. Sandberger. *Ueber die Erzlagerstätte von Goldkronach bei Berneck.* Sitzber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayer. Ak. d. W., 1894, Bd. XXIV, H. II.

imprägnirt war. Der bereits aus dem 14. Jahrhundert datirende Bergbau wurde nach dem Uebergange des Fürstenthumes Bayreuth an Preussen um 1800 herum zum Theil unter A. v. Humboldt's Leitung wieder aufgenommen, kam aber 1861 zum völligen Erliegen.

Auch in den aussereuropäischen Golderzdistricten kommen gelegentlich antimonige Goldquarzgänge vor, z. B. mehrorts in Australien, im Selati-Goldfeld und in der Murchisonkette im Transvaal.

Im letztgenannten Gebirge werden Hornblendeschiefer und Quarzitschiefer von einem fast 35 Meilen langen Zuge von meist lagerartig dem Streichen folgenden Gängen durchzogen, die Quarz mit goldhaltigem Antimonglanz, z. Th. auch mit goldhaltigem Pyrit und Kupferkies führen. Die Gruben Invicta, Free State und Gravelotte sind auf solchen Gängen in Betrieb.

IV. Die arsenige Goldquarzformation.

Hier tritt unter den das Freigold in der vorwiegend quarzigen Gangmasse begleitenden Erzen Arsenkies in den Vordergrund.

Derartige Gänge werden seit 1881 zu Santa Cruz[1]) in der Provinz Santa Barbara, Honduras, ausgebeutet. Der im Durchschnitt 2 m mächtige Hauptgang besteht aus Quarz, goldhaltigem Arsenkies und nur Spuren von Bleiglanz. Die Erze hielten 25—30 g pro t.

Einzelne Vorkommnisse ähnlicher Art sind über ganz Nordamerika zerstreut, meist durch Uebergänge verbunden mit den pyritischen Goldquarzgängen. Wir erwähnen als besonders typisch die Gänge in den huronischen Schiefern von Marmora, Ontario[2]).

Eine ganz besondere Stellung nehmen die eigenartigen, von Manchen als Lager gedeuteten, arsenigen Golderzlagerstätten von Passagem in Brasilien ein, deren kurze Schilderung wir nach E. Hussak hier folgen lassen.

Passagem[3]) liegt in der Provinz Minas Gerāes, 7 km im O. von Ouro preto. Neben Morro Velho ist es heute die ergiebigste Goldgrube Brasiliens und schon seit Ende des vorigen Jahrhunderts in Betrieb.

Die wichtigste der dortigen Lagerstätten ist nach Hussak ein Lagergang von Quarz, Turmalin und Arsenkies mit untergeordneten Partien von Schwefelkies und Magnetkies. Er fällt unter nur 18—20° nach SO. ein, vollständig concordant mit seinem Nebengestein, einem Quarzitschiefer, der zu einem aus Glimmerschiefer und Itabirit (Eisenglanz-Quarzitschiefer) aufgebauten Gebirge gehört. Die Gang-

---

[1]) Fuchs et De Launay. Traité II. p. 942.

[2]) R. P. Rothwell. *The Gold bearing Mispickel veins of Marmora, Ontario, Canada.* Trans. of the Amer. Inst. of Min. Eng., 1881.

[3]) M. P. Ferrand. *L'or à Minas Gerāes.* Vol. II. fasc. 1. Ouro Preto 1894. — E. Hussak. *Der goldführende kiesige Quarzlagergang von Passagem.* Z. f. pr. G., 1898, S. 345 ff.

masse wird streckenweise ersetzt durch linsenförmige Partien schieferiger Sericitquarzite. Nach dem das Liegende bildenden Glimmerschiefer hin, der Staurolith und Disthen enthält, ist als Salbandzone eine graphitische Schiefermasse entwickelt, während gegen das Hangende, einen sehr feinkrystallinen Quarz-Amphibolschiefer hin dieser schwarze Schiefer nur stellenweise sich einstellt (siehe Fig. 172).

In der Masse dieses Quarzganges finden sich sehr häufig Aggregate eines feinfilzigen Quarz-Turmalinfelses, carvoeira genannt, die mitunter auch Andalusit umschliessen. Andere Aggregate bestehen aus Granat mit Biotit, Schwefelkies und Disthen, sowie aus einem grünlichen Oligoklas-Albit.

Das Gold, zuweilen in schönen Kryställchen oder nur in zackigen oder blätterigen Stückchen trifft man als Ausfüllung der Zwischenräume des Turmalinfelses, besonders dort, wo dieser reich an Arsenkies ist. Das Gold hat einen bedeutenden Gehalt an Wismuth, das anscheinend in Form einer Legirung zugegen ist. Die goldreichen Arsenkies-Turmalinaggregate führen auch Kryställchen von Monazit und von Xenotim.

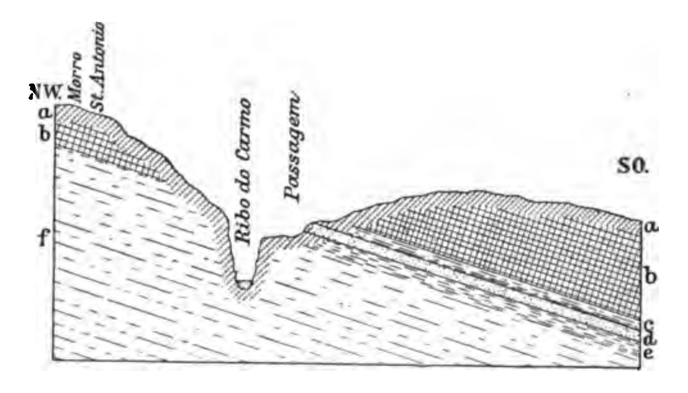


Fig. 172.
Querprofil durch den Quarzlagergang von Passagem
nach M. P. Ferrand.

a Canga (Verwitterungsdecke), *b* Itabirit, *c* kryptokrystalliner Schiefer, *d* Quarzgang und Quarzite, *e* Contactquarzite, *f* Glimmerschiefer.

E. Hussak ist geneigt, dem Quarzgange von Passagem intrusive Natur zuzusprechen und ihn als eine ultrasaure Granitapophyse aufzufassen. Er weist hierbei auf die accessorisch darin vorkommenden, für Granit so charakteristischen Mineralien Zirkon, Monazit, Xenotim und Albit hin, sowie auf die Gegenwart eines grösseren Granitmassives in nur 1 km Entfernung. Die ebenfalls in dem Gange sich findenden Mineralien Turmalin, Andalusit, Staurolith, Disthen, Granat, Biotit, Hercynit fasst er als Contactmineralien auf, hervorgegangen aus der Einwirkung auf den Quarzitschiefer. Es berührt sich diese Auslegung der merkwürdigen Lagerstätte mit den Ansichten nordamerikanischer Forscher über die Verwandtschaft von gewissen Goldquarzgängen mit Pegmatiten, worüber wir S. 301 berichtet haben.

In mancher Beziehung lassen sich mit dem geschilderten brasilianischen Beispiel die in granitischen und dioritischen Gesteinen aufsetzenden Gänge vom Meadow Lake, Californien, vergleichen, die

W. Lindgren[1]) beschrieben hat. Sie enthalten mit Quarz und Turmalin als Gangarten Pyrit, Arsenkies, Magnetkies, Blende und Kupfererze nebst einem Goldgehalt.

Zu der arsenigen Goldquarzformation gehören die in letzter Zeit wiederholt beschriebenen Gänge von Kotschkar[2]) in dem unmittelbar dem Ostabhange des Süd-Urales vorliegenden flachhügeligen Steppenland des Orenburger Gouvernements.

Die Gegend besteht vorwiegend aus einem mechanisch meist stark deformirten und stark zersetzten Granit. Die Gänge enthalten neben zerriebenem Nebengestein Quarz, der besonders in den edleren Mitteln cavernöse Structur zeigt, Freigold, viel Arsenkies, etwas zurücktretend Pyrit und noch seltener Manganit, Kupferkies, Bleiglanz und Antimonglanz. Der Arsenkies, welcher auch den anstossenden Granit imprägnirt, hat einen Goldgehalt von 2,5 bis 375 g pro t, in seltenen Fällen bis zu 1750 g pro t. Der Feingehalt des Goldes in dem bis 40 m hinab gehenden Eisernen Hut beträgt 870 bis 900 Tausendtheile, innerhalb der sulfidischen Zone nur bis 700. Der mittlere Goldgehalt der Gänge ist 8 bis 10 g pro t. Die Jahresproduction von Kotschkar erreichte 1894 mit 1818 kg ihr Maximum.

Aus Transvaal sei der Lagergang von Kromdraai nördlich von Krügersdorp als Beispiel erwähnt[3]).

V. Die Kobalt-Goldquarzformation.

Nur vorläufig soll unter dieser Bezeichnung ein bis jetzt vereinzeltes Vorkommen von goldführenden Erzgängen im System untergebracht werden. Es weicht allerdings von allen bisher behandelten Kategorien stark ab, namentlich auch dadurch, dass die quarzige Gangart gegenüber den Erzen sehr zurücktritt.

Hier ist der eigentliche Träger des Goldgehaltes ein Kobalterz und zwar Speiskobalt.

Nach H. Oehmichen[4]) und Dörffel ist diese Combination im nördlichen Transvaal, im Mittelburger District, aufgefunden worden.

Am Kruis-River werden die Lydenburger Schichten der Kapformation, die hier Eruptivmassen, aplitartige Gesteine und Diabase eingeschaltet enthalten, durch-

---

[1]) Am. Jour. of Sc. Vol. 46., Sept. 1893.

[2]) N. Wyssotsky. *Les Gisements d'Or du système de Kotchkar dans l'Oural du Sud.* Guide des Excursions du VII. Congrès Geol. Intern. 1897. St. Petersbourg und Les mines d'or de Kotschkar. Monographie. Sct. Petersbourg. 1900 (russisch). Ref. Z. f. pr. G., 1901, S. 368. — H. B. C. Nitze and C. W. Purington. *The Kotchkar Gold Mines etc.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 28. Bd., 1899, S. 24. — Chr. T. Nissen. *Einiges über das Goldvorkommen etc. bei Kotschkar.* B. u. H. Z., 1900, S. 121.

[3]) G. A. F. Molengraaff. *Géol. de la Rép. Sud-Africaine.* 1901. p. 34.

[4]) H. Oehmichen. *Goldhaltige Kobaltgänge in Transvaal.* Z. f. pr. G., 1899, S. 271—274.

setzt von einem 2—3 cm mächtigen, OW. streichenden und mit 60—70° nach S. einfallenden Erzgang, der fast ausschliesslich Speiskobalt mit 60—150 g Gold pro t enthält. Der Kobaltgehalt der Erze schwankt zwischen 7—8% bei einem Nickelgehalt von 0,5—1%. Auch das Nebengestein, der Aplit, ist mit Erz imprägnirt und unter Sericitbildung zersetzt.

Ein zweiter Gang ähnlicher Art setzt 5 km weiter westlich im Diabas auf. Bei diesem, dem Laatste Drift-Gang, ist die Gangart ein mit Kaolin gemengter, goldhaltiger Quarz, in welchem nesterweise Speiskobalt und Kupfererze auftreten, selten auch Molybdänglanz. Secundäre Bildungen des Ausgehenden sind Erythrin, Limonit und Skorodit. Der Erzgehalt wird auf 100—250 g pro t angegeben. Dieser wird nur zu einem sehr kleinen Theile durch Freigold gestellt. Auch der Kupferkies enthält fast kein Gold. Wohl aber sind auch hier über 90% des Metalles in dem Speiskobalt enthalten.

Alles was bisher von diesen Gängen uns unter die Hände kam, weicht so sehr ab von den eigentlichen Goldquarzgängen, dass wir die Vorkommnisse als besondere Gruppe anzureihen für richtig hielten. Sie bilden einen Uebergang der Golderzgänge zur Kobalterzformation, wie denn thatsächlich auch reine, goldfreie Kobalterzgänge im dortigen Gebiet neben ihnen bekannt geworden sind.

17. Die Silber-Golderzformation.

Ausserordentlich grosse Verbreitung und Bedeutung für die Goldproduction der Welt hat die Silber-Golderzformation[1]). Die Gangart besteht hier hauptsächlich aus Quarz, zum Theil auch aus verschiedenen Carbonspäthen, namentlich Kalk- und Manganspath, selten und untergeordnet auch aus Baryt. Die Erze werden vertreten einerseits durch Golderze und zwar gediegen Gold, goldhaltige Pyrite und andere Sulfide und sehr häufig auch Tellurerz, wie namentlich Nagyagit, das 6—13% Gold haltende Sulfotellurid von Blei, Sylvanit, ein Tellurgoldsilber, und Tellursilber. Andererseits sind edle Silbererze, wie Argentit, Stephanit, Proustit, Pyrargyrit u. a. zugegen nebst silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende, seltener auch Kupferkies, Fahlerz, gediegen Arsen, Bournonit, Antimonglanz, Realgar und Auripigment.

Alle hierher gehörigen Gangvorkommen stehen in enger geologischer Verbindung mit tertiären und wohl auch spätmesozoischen Eruptivmassen, besonders Andesiten und Trachyten, Daciten und Rhyolithen. Ihre Bildung scheint noch als Nachklang der Eruption dieser Magmen aufgefasst werden zu müssen und wird höchstens noch durch Thermen und Gasexhalationen, die ebenfalls genetisch mit jener zusammenhängen, zeitlich überlebt.

---

[1]) Eine kurze allgemeine Charakteristik vergl. man bei J. Vogt. *Concentration des Metallgehaltes zu Erzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1898, S. 416.

Die Umwandlung der gesammten Eruptivgesteine in Propylit (siehe diesen) scheint eine Begleiterscheinung der Entstehung dieser Gänge gewesen zu sein.

Seit längerer Zeit gut studirt ist die Silber-Golderzformation in Siebenbürgen[1]).

Die Fundpunkte liegen vorzugsweise in dem Berggebiet, das sich nördlich von der Maros aus dem flachen Tertiärland erhebt nnd von den Quellflüssen des Aranyos (d. i. Goldfluss), Szamos und Körös entwässert wird. Der eigentliche Unterbau dieses „Siebenbürgischen Erzgebirges" wird von krystallinen Schiefern gebildet, die aber nur im nordöstlichen Theile auf grösseren Flächen zu Tage treten. Sonst sind sie meist bedeckt von permischen, triasischen, jurassischen und cretaceischen Schichten, vorzüglich Kalksteinen, sowie vom Tertiär. Alle werden durchbrochen von Andesiten und Daciten, Trachyten und Rhyolithen, sowie von Basalten. An diese Durchbrüche, vorzüglich an die Stöcke der erwähnten Propylite, die, wie weiter unten ausgeführt werden wird, wahrscheinlich erst secundär umgewandelte Andesite darstellen, sind die Golderzgänge geknüpft. Sie durchsetzen theils diese Eruptivmassen selbst, theils auch die angrenzenden Tertiärschichten.

---

[1]) Allgemeine Litteratur über das Gebiet:

Frh. F. von Richthofen. *Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. zu Wien, 1860, S. 153—277.

B. von Cotta. *Ueber Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens.* Gangstudien. IV. 1. 1862 (mit E. v. Fellenberg).

F. von Hauer und G. Stache. *Geologie Siebenbürgens.* 1863.

F. Pošepny. *Zur Geologie des siebenbürgischen Erzgebirges.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1868, I., S. 53–56.

Derselbe. *Allgemeines Bild der Erzführung im siebenbürgischen Bergbaudistricte.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst, 1868, II., S. 7–32.

C. Doelter. *Aus dem siebenbürgischen Erzgebirge.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1874, I.

Derselbe. *Die Trachyte des siebenb. Erzgeb.* Tschermaks Mineral. Mittheil. 1874. S. 13–30.

Derselbe. *Ueber das Vorkommen von Propylit und Andesit in Siebenbürgen.* Ebendort. II. 1880. S. 1.

P. T. Weisz. *Der Bergbau in den siebenbürgischen Landestheilen.* Mitth. aus dem Jahrb. d. k. ungar. geol. Landesanst., Bd. IX, H. 6, 1891.

Semper. *Beiträge zur Kenntniss der Goldlagerstätten des Siebenbürgischen Erzgebirges.* Abhandl. d. k. preuss. geol. Landesanst. Neue Folge. Heft 33. Berlin 1900.

L. Remenyik. *Les Mines de Métaux de Hongrie à l'exposition Universelle.* Budapest 1900.

Einige der siebenbürgischen Golderzlagerstätten sind durch das Vorherrschen der Telluride unter den Erzen besonders ausgezeichnet, namentlich Nagyág, Offenbánya, Faczebánya und Fericiel. Unter diesen gedenken wir zunächst die ersteren zu skizziren, dann aber auch ein paar Beispiele der nicht Telluride führenden Lagerstätten dieses Landes vorzuführen. Wir beginnen mit Nagyág.

Die Bergstadt Nagyág[1]) im Hunyader Comitat liegt inmitten einer herrlichen Gebirgslandschaft in einer steilen Thalschlucht, unweit des 1047 m hohen Berges Hajtó. Alle die umgebenden Höhen bestehen aus andesitischen und trachytischen Eruptivgesteinen. Nagyág gehört dem südlichsten und grössten Eruptivgesteinszug des siebenbürgischen Erzgebirges an, der ausserdem noch mehrere andere Bergbaupunkte aus älterer und neuerer Zeit enthält, nämlich Coranda, Magura, Füzesd, Boicza, Trestia, Porcura, Zrdaholz und Ruda. Auf der Thalsohle und besonders auch in den tiefen Stölln sind auch sedimentäre, von jenen Eruptivmassen durchbrochene Gesteine, nämlich gelbliche Sandsteine, Conglomerate, sowie graue und röthliche Thone oder Lehme von mediterranem Alter in sehr gestörter Lagerung aufgeschlossen. Auch umschliessen die Andesite des Grubenrevieres grosse, losgetrennte, reihenförmig geordnete Schollen dieser Sedimente. In noch grösserer Tiefe sind phyllitähnliche Schiefer zu vermuthen, wie die Einschlüsse solcher Phyllite in den Andesiten andeuten. Alle diese geschichteten Gesteine bilden indessen viel seltener das Nebengestein der Gänge, als jene tertiären Eruptivmassen. Von diesen kommen bei Nagyág zwei Typen in Frage, deren genaueres Alter als mediterran bestimmt werden muss, da ihre Bruchstücke in den sarmatischen Cerithienkalken von Vormaga sich finden.

Das Gestein des Calvarienberges ist ein quarzfreier Hornblendeandesit. Im eigentlichen Ganggebiet dagegen herrscht ein Quarzandesit oder Dacit mit Biotit und Hornblende, sowie mit Augit in sehr wechselnder Menge. Der letzte Monograph von Nagyág, B. von Inkey bezeichnet nach der Szabó'schen Nomenclatur beide Gesteinstypen als Trachyte.

Der ursprüngliche Dacit von Nagyág ist von drei verschiedenen Umwandlungsvorgängen ergriffen worden: 1. Von einer normalen Zersetzung an der Erdoberfläche, 2. von einer Propylitisirung oder Umwandlung in „Grünsteintrachyt“ unter secundärer Bildung von Chlorit und Carbonaten aus dem Augit und der Hornblende, nebst Einwanderung von goldhaltigem Pyrit, 3. von einer Kaolinisirung. Die letztgenannten beiden Metamorphosen, ganz sicher wenigstens die Kaolinisirung scheinen in genetischem Zusammenhang mit der Erzgangbildung zu stehen (siehe unter Thermalmetamorphismus). Die Propylitisirung äussert sich am stärksten in dem mittelsten und tiefsten Theile des Eruptivstockes, und dieser ist zugleich der Sitz der Lagerstätten. Die Kaolinisirung ist noch enger an die Erzgänge gebunden, wie dies aus dem Querprofil in Fig. 173 hervorgeht.

---

[1]) Frhr. von Hingenau. *Geol. bergmänn. Skizze des Bergwerkes Nagyág.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1857, S. 82—143. — B. von Cotta. *Ueber Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens.* Gangstudien. IV. B. 1 H. 1862. — F. von Hauer und G. Stache. *Geologie Siebenbürgens* 1863. — H. Höfer. *Beiträge zur Kenntn. der Trachyte und der Erzniederlage von Nagyág,* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1886, S. 1. — G. vom Rath. *Vöröspatak und Nagyág.* Sitzb. der niederrh. Ges. f. Natur- und Heilk. in Bonn, März 1876 und März 1879. — B. von Inkey. *Nagyág und seine Erzlagerstätten.* Budapest 1885.

Noch ist einer Eigenthümlichkeit von Nagyág zu gedenken, der **Glauchgänge**, die übrigens auch aus anderen mit Erzgängen verknüpften Propylitgebieten Ungarns und Serbiens bekannt sind, so aus Verespatak, wo wir sie als „Glamm"

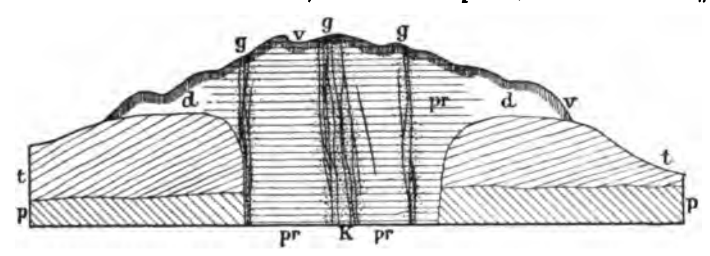


Fig. 173. *Schematisches Profil durch das Ganggebiet von Nagyág* nach B. von Inkey.

p Phyllit, *t* tertiäre Sedimente der Mediterran-Stufe, *d* Dacit, *pr* Propylit, *g* Gangzüge, *k* kaolinisirter Dacit, *v* oberflächliche Verwitterungsdecke.

kennen lernen werden. Die Glauche von Nagyág durchsetzen als gangartige Bildungen den Propylit und die von diesem umschlossenen Schollen tertiärer Gesteine. Es sind ganz dünne oder breitere, zuweilen sogar bis zu 10, ja 20 m Breite anwachsende Klüfte, die mit einer dunkelgefärbten, theils feinkörnig sandigen, theils

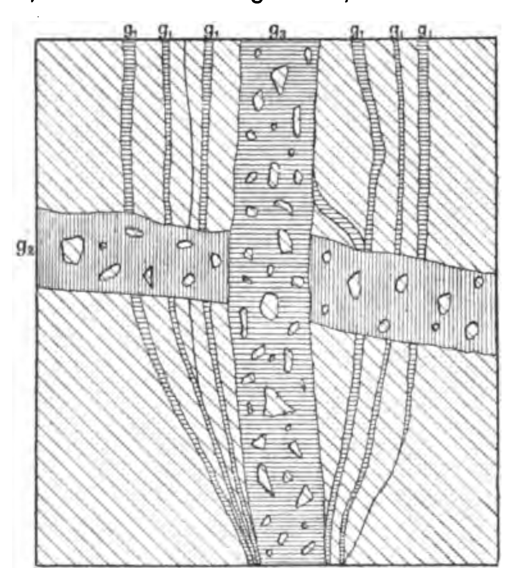


Fig. 174. *Glauchgänge bei II. Longin im Horizont der 75. Klafter zu Nagyág* nach B. von Inkey.

$g_1 g_1$ älteste Glauchgänge, g_2 zweiter Glauchgang, dunkelfarbig, 20 cm mächtig, g_3 jüngster Glauchgang, lichtgrau, 15 cm mächtig.

lettigen Masse und mit eckigen, seltener etwas gerundeten Fragmenten des Nebengesteins erfüllt sind. Die Glauchgänge durchsetzen einander und erweisen sich so als verschieden alt. Die Fig. 174 nach B. von Inkey zeigt sogar drei dem

Alter nach verschiedene Glauchgänge. Die eingeschlossenen Fragmente rühren öfters von solchen Stellen des anstossenden Gebirges her, die 10, ja 20 m von dem Beobachtungspunkte entfernt liegen. Noch grösser erscheint diese Verschleppung des Materiales bei den nicht selten anzutreffenden Bröckchen von Phyllit, die aus grösserer Tiefe heraufgebracht scheinen. Die Glauchbildungen sind sehr verschieden aufgefasst worden. Manche hielten sie für mit Reibungsbreccien und feineren Zermalmungsproducten erfüllte Spalten, so neuerdings wieder Semper, wenigstens was die mächtigeren Vorkommnisse betrifft. F. Pošepny dachte eine Zeitlang an eine Einschwemmung ihres Materiales von oben her. Doch ist dies bei der Feinheit und mannigfachen Verzweigung des Glauchspaltennetzes kaum denkbar. H. Höfer und andere hielten diese Gebilde für zersetzte und zerdrückte Eruptivgänge, was durch die petrographische Beschaffenheit der feineren Füllmassen nicht bestätigt wird. Endlich möge noch die Erklärung B. von Inkey's referirt werden, der sich wohl am meisten mit diesen Erscheinungen beschäftigt hat. Er betont die Thatsache, „dass das Trümmermaterial der Glauchbreccie offenbar von den Wänden der Spalten herstammt, während die Grundmasse, eine Mengung von feinem Sand mit Thon, ursprünglich nichts anderes gewesen sein kann als wässeriger Schlamm, dessen feste Bestandtheile man zum Theil von den bei der Zertrümmerung entstandenen Staubtheilen des Nebengesteines, zum Theil aus dem zerriebenen Materiale tieferer Gesteine herleiten kann. Das Wasser aber, welches mit diesem Staub vermengt flüssigen Schlamm bildete, kann man naturgemäss aus den Grundwässern der mediterranen Schichten ableiten. Als nun eine mächtige Eruption diese Schichten zerspaltete und grosse Keile eines festen Gesteines dazwischen zwängte, musste das unterirdische Wassersystem bedeutende Störungen erfahren, die Circulation der Grundwässer wurde gehemmt und gestaut, und es bildeten sich unter der Trachytdecke und zwischen den Eruptivkeilen grössere Wasseransammlungen oder auch bereits dünnflüssige Schlammreservoire“. Weiterhin stellt er sich nun vor, dass die Masse des Eruptivstockes in Folge des Nachgebens seiner sedimentären Grundlage und seitlichen Stützmasse zerspalten worden sei, und darauf jene Schlammmassen von unten her unter hohem Druck in diese Einsturzspalten hinein gepresst worden seien[1]).

Die Erzgänge von Nagyág bilden inmitten des propylitisirten Dacitstockes ein wirres Netz von Spaltenausfüllungen in sehr verschiedener Mächtigkeit und Richtung. Die meisten Klüfte allerdings streichen um die NS. Linie herum. Haarfeine Aederchen und bis 1 m ja bis 2 m mächtige Gänge zertrümern sich, schaaren sich oder durchkreuzen sich in höchst mannigfacher Weise, gehören aber anscheinend alle ungefähr derselben Bildungsperiode an. Nach B. von Inkey sind sie übrigens nicht als Ausfüllungen von Contractionsspalten, sondern in Folge von äusseren tektonischen Ursachen entstanden. Was ihre Erzführung betrifft, so hat schon Frhr. von Hingenau drei Regionen nach der Vertheilung der vorwaltenden Gangmineralien in dem ganzen Gangnetz unterscheiden können, was durch H. Höfer und B. von Inkey im ganzen bestätigt werden konnte. Es sind die folgenden:

a) Die carbonspäthige Tellurregion mit Kalk-, Braun- und Manganspath, etwas Quarz und Hornstein, mit Manganblende, Nagyágit und anderen Tellurgoldverbindungen, ausserdem noch mit Fahlerz und Pyrit, letzteren allerdings nur

---

[1]) Eine vollständige Uebersicht der Glauchlitteratur giebt B. von Inkey. A. a. O. S. 149—150.

als Imprägnation im Nebengestein. Diese Region dehnt sich vorwiegend unter dem Berge Szekeremb im südöstlichen Theile des Revieres bis zur Anastasiakluft aus.

b) Die quarzige Tellurregion oder edle Quarzregion mit viel grauem, nicht krystallisirtem, oft zelligem Quarz, mit goldreichem Sylvanit und Krennerit, selten mit Freigold, sowie auch mit Pyrit und Kupferfahlerz. Sie ist namentlich in den nordöstlichen Reviertheilen und auch am Berge Hajtó verbreitet.

c) Die Region der Schwefelmetalle, die durch ganz allmähliche Uebergänge mit jenen beiden verbunden ist. Hier herrschen in carbonspäthiger und quarziger Gangart Bleiglanz, Zinkblende und Schwefelkies vor, auch Silberfahlerze brechen mit ein.

Als mehr untergeordnete Mineralvorkommnisse auf den Nagyáger Gängen seien endlich noch genannt Gyps, der zuweilen Goldblättchen umschliesst, gediegen Arsen, Bournonit, Antimonglanz, Federerz, Realgar und Auripigment, meist Funde nur aus den oberen Teufen.

Eine Veredelung der Gänge im allgemeinen tritt ein, wenn Kiesschnürchen sich anschaaren, wenn die Gänge selbst Kreuze bilden oder in Berührung mit den Glauchgängen treten, die sie dann durchsetzen, denen sie folgen oder innerhalb deren sie sich netzartig zertrümern. Wenn sich Erzgänge in mächtigeren Glauchmassen verästeln, so entstehen die dort sogenannten Trümerstöcke, wie der Philipp- und der Adamstock. Eine Verminderung des Goldgehaltes nach der Tiefe zu oder ein Auskeilen der Klüfte nach dieser Richtung hin konnte bis jetzt zu Nagyág nicht nachgewiesen werden.

Unter den Golderzfeldern der Gegend wurde das von Nagyág am letzten fündig, erst 1745. Der Betrieb begann 1748. Seit jener Zeit ist der zum Theil der Krone und der Aerarverwaltung gehörige Bergbau dort bis auf den heutigen Tag in Blüthe geblieben. Es sei noch erwähnt, dass zuerst in den Nagyáger Golderzen im Jahre 1782 das Element Tellur durch Müller von Reichenstein entdeckt worden ist.

Bei Offenbánya[1]), das am nördlichen Rande des Siebenbürgischen Erzgebirges im Thale des Aranyos gelegen ist, hat man zwei verschiedene Klassen von Lagerstätten auseinander zu halten: 1. Contactlagerstätten, die gebunden sind an den Contact zwischen krystallinen Kalksteineinlagerungen im granatführenden Glimmerschiefer und tertiären Daciten und Hornblendeandesiten. 2. Erzgänge.

Die Contactlagerstätten, dort Bleistöcke genannt, werden von Pyrit, Blende, Arsenkies und Bleiglanz in kalkiger Gangart gebildet. Sie sind früher durch ärarische Gruben abgebaut worden, jetzt aber ohne Bedeutung.

Die Erzgänge setzen sämmtlich in einem Stock von Dacit auf. Wenn sie in eine Reibungsbreccie eintreten, die an der Grenze der Eruptivmasse und der Glimmerschiefer und Kalksteine local entwickelt ist, keilen sie sich meist aus. Sie sind von ausserordentlich geringer, meist nur 5—25 mm betragender Mächtigkeit, lassen sich auch nur bis auf 130 m im Streichen verfolgen.

---

[1]) Siehe allgem. Litteratur S. 317 und J. Grimm. *Die Erzniederlage und der Bergbau zu Offenbánya in Siebenbürgen.* Jahrb. d. k. k. Montan-Akademien, XVI. 1867. — F. Pošepny. *Ueber den inneren Bau der Offenbányaer Bergbaugegend.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1875, IV., S. 70.

Einige führen nur gediegen Gold, einige nur Tellurerze, wieder andere beide zugleich. Die Gangart besteht aus Quarz und Kalkspath. Je quarzreicher die Klüfte sind, desto reicher zugleich an Telluriden (Sylvanit und Nagyagit). Mehr untergeordnete Begleiter jener Erze sind Pyrit, Blende, Realgar, seltener Rothgiltig, Bournonit, Tetraëdrit, Markasit und Arsenkies. Auf Drusen sind Krystalle von Quarz, Kalkspath, Baryt, Aragonit, Albit und Gyps zu finden. Auf gewissen tellurfreien Klüften hat man auch Gelb- und Grünbleierz, sowie Antimonit angetroffen.

Alle diese in der Hauptsache OW. streichenden Klüfte sind von stark zersetztem Nebengestein mit kleinen goldhaltigen Pyritkryställchen begleitet. Oft werden 5—8 m breite Zonen des Nebengesteins als goldhaltig abgebaut und dort, wo mehrere Klüfte sich schaaren, haben sich ganze Stockwerke goldhaltigen Gesteins gebildet, wie am sogenannten Quarzstock.

In letzter Zeit war der wieder neu aufgenommene Betrieb hauptsächlich beschränkt auf den Abbau eines solchen Stockes, des sog. Kreisova Stockes, der in einem breccienartig zerstückelten Dacit aufgeschlossen wurde und in der Hauptsache aus quarziger drusiger Gangmasse mit Pyrit, Silbererzen, Fahlerzen, Kupferkies und Bleiglanz besteht. Der Silber- und Goldgehalt wird als ein sehr beträchtlicher angegeben.

Unter den Ganggebieten ohne Telluride nimmt weniger wegen seiner jetzigen Production, als wegen seiner historischen Berühmtheit Verespatak[1]) den ersten Platz ein.

Dieser Ort liegt etwa 10 km nordöstlich von Abrudbánya in einem tiefen Thaleinschnitt. B. von Cotta hat es das Eldorado Siebenbürgens genannt, und noch heute sind in diesem Revier 172 kleine Gewerkschaften thätig, und mit den Wassern von 5 Kunstteichen werden über 6000 Pochstempel in Bewegung gesetzt. Im Hintergrund des Städtchens, auf seiner Südseite, liegt die berühmte Csetatye (d. i. Burg), ein kahler, felsiger Bergrücken, der ganz durchlöchert ist von den bergmännischen Betrieben, die hier seit der Römerzeit (106—276 n. Chr.) bis auf heute umgegangen sind.

Das Erzgebiet von Verespatak bildet eine wesentlich aus Eruptivgesteinen bestehende Insel inmitten des einförmig zusammengesetzten cretaceïschen und eocänen Karpathensandsteines. Besonders an den Bergen Kirnik und Boj stehen Dacite, Rhyolithe und Rhyolithbreccien an, letztere oft im verkieselten Zustand. Die erwähnte Csetatye besteht zum Theil aus einem Dacit mit grossen Dihexaëdern von Quarz, zum anderen Theil aus einer verkieselten Rhyolithbreccie. Ausserdem sind jüngere, tertiäre Sedimente, und zwar Conglomerate, Sandsteine und Tuffe mit Bestandtheilen aus den Eruptivgesteinen dort vorhanden.

---

[1]) F. von Hauer. *Der Goldbergbau von Vöröspatak.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1851, IV., S. 64. — J. Grimm. *Einige Bem. über die geogn. und bergbaul. Verh. von Vöröspatak.* Ebendort, 1852, III., S. 54. — F. Pošepny. *Einige Resultate meiner bisherigen Studien über Verespatak etc.* Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst., 1867, S. 99, 1870 S. 95 und 1875 S. 97. — G. vom Rath. *Vöröspatak und Nagyág.* Sitzb. der niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde in Bonn. März 1876. — F. J. Kremnitzki. *Beobachtungen über das Auftreten des Goldes im Verespataker Erzreviere.* Földtani Közlöny. 1888. S. 517—520. — Siehe auch die S. 331 citirte allgem. Litteratur, besonders das Werk von Semper S. 125—172.

Sehr merkwürdig sind die Glamm genannten Gesteinsmassen, die unmittelbar an der Grenze der Eruptivgesteine aufsetzen. Sie bestehen aus einer thonigen Masse mit zum Theil abgerundeten Gesteinsfragmenten, besonders solchen von Karpathensandstein und tertiären Eruptivgesteinen, auch Kohlenstückchen von beträchtlicher Grösse, Bröckchen von Glimmerschiefer und Phyllit. Diese gewöhnlich mit Pyrit oder Limonit imprägnirten Massen scheinen mit grosser Kraft, anscheinend von unten her, empor gepresst zu sein. Semper denkt dabei an ein durch vulkanische Kräfte veranlasstes Empordringen von Schlammmassen.

Die Erzgänge setzen theils in den Eruptivgesteinen, theils auch in den erwähnten Sedimenten auf. Im Karpathensandstein bestehen sie wesentlich aus Quarz mit viel Freigold. Sonst betheiligen sich an ihrer Füllung ausser Quarz und Freigold namentlich Kalkspath, schalenförmiger Manganspath, goldhaltiger Pyrit, sowie auch Zinkblende, Fahlerz, Bleiglanz und Manganblende, als Seltenheiten u. a. Adular und Rhodonit. Das Gold kommt theils als krystallinisches Freigold, verwachsen mit Manganspath und Quarz vor, theils in Hohlräumen in Gestalt von Krystallen, Blättern, Blechen, draht-, moos- und algenartigen Gebilden. Berühmt sind die prächtigen Krystalle von Gold, die man in Drusen findet, ferner die Platten und Bleche, deren Ausdehnung durch eine Zwillingsbildung nach einer Octaëderfläche bedingt ist.

Im Innern der Csetatye haben sich die goldführenden Klüfte zu einem sehr reichen Trümerstock geschaart, Katroncza (d. i. Weiberrock) genannt, wo sich grosse Weitungsbaue befinden. Ausser diesem sind noch andere ähnliche Trümerstöcke in Abbau begriffen oder schon von den Römern ausgehauen worden. Sie stehen gewöhnlich mit Eruptivbreccien in Verbindung, deren Kitt ein poröser bimsteinartiger Rhyolith bildet. Auch im Cement dieser Breccien hat sich Quarz und goldhaltiger Pyrit abgelagert.

Eine ähnliche Lagerstätte ist die von Bucsum etwa 10 km in SO. von Abrudbánya mit den Gruben der Gewerkschaft Concordia.

Erwähnenswerth sind auch die schon den Römern bekannten Ganggebiete von Vulkoy Korabia und Botes[1]) etwa 15 km nördlich von Zalathna. Sie setzen theils im Andesit, theils im Karpathensandstein auf. Ihre Füllung besteht in der Hauptsache aus Quarz mit fein eingesprengtem Freigold, daneben aus goldhaltigem Pyrit, wenig Kupferkies, Fahlerz und Bleiglanz. Die Gänge von Botes führen u. a. Hessit.

Die bedeutendsten Goldbergwerksbetriebe finden sich in Siebenbürgen zur Zeit unweit des Städtchens Brad auf der Rudaer Zwölf Apostelgrube[2]), auf der benachbarten Muszári-Grube und zu Boicza, sämmtlich mehr im westlichen Theile des Goldgebietes gelegen.

Aussergewöhnliches Aufsehen erregten in der jüngsten Zeit die grossen Erfolge der Geisslinger Industriegesellschaft in der Muszári-Grube[3]) bei Brad, die 1895 an Rohgold (Güldisch-Silber) 732 kg producirte.

[1]) Fuchs et De Launay. Traité II. p. 932. Semper l. c. 178—181.

[2]) Hierüber ein ausführlicher Abschnitt bei Semper l. c. S. 86—109.

[3]) Nach Mittheilungen von H. Oehmichen.

Zwei in andesitischem und dacitischem Gestein aufsetzende Gangsysteme schneiden sich spitzwinklig und verursachen sehr reiche Kreuze, wie z. B. das zwischen dem Claragang und dem Karpingang, das im Jahre 1891 in zwei Schichten 53 kg Rohgold geliefert hat. Die Gangfüllung bestand hier aus Quarz, Kalkspath, Pyrit und etwas heller Zinkblende. Der Claragang sendet mehrere Seitentrümer aus, die sich im Clara-Stock schaaren und zugleich verästeln. Dieser bis 7 m mächtige Stock ist ganz durchsetzt von Drusenräumen mit Quarz, Pyrit nnd Freigold. Die Erze in diesem „Schatzkästlein von Muszari" hielten local bis 1000 g pro t. Im Laufe von 1¾ Jahren hatte man in diesen von einem Eisengatter verwahrten Raume gegen 600 kg Rohgold gewonnen.

Die übrigen Gänge dieser Grube haben eine Mächtigkeit von 2 cm bis 2 m, führen in sehr wechselndem Verhältniss Quarz und Kalkspath als Hauptgangarten, sowie goldhaltigen Pyrit, Freigold, Zinkblende, Kupferkies, Markasit, Arsenkies und etwas Bleiglanz. Letzterer scheint der Goldführung nicht günstig zu sein. Der Goldgehalt der Gänge schwankt zwischen 9—30 g pro t.

Endlich sei noch eine gedrängte Skizze der ebenfalls bedeutenden Lagerstätten von Boicza bei Déva im Bezirke Brád hinzugefügt[1]).

Die Gruben liegen im Gebirgsstocke des Szvregyel, etwa 1 km vom Orte selbst entfernt. Den Kern dieses Berges bildet ein Gestein, das von Primics als Melaphyr aufgefasst, und dessen Entstehung in die Zeit von der unteren Trias bis zum oberen Jura verlegt wird. Es sei demnach älter als der an verschiedenen Stellen anscheinend aufgelagerte Kalkstein tithonischen Alters. Nach anderen wäre das Gestein von viel jüngerem Alter und gehöre in die andesitische Gruppe. Diese ältere Eruptivmasse wird von einem Dacitstock durchbrochen, der besonders im oberen Theile des Berges sich ausbreitet. An seiner Grenze umschliesst er an mehreren Stellen zahlreiche Fragmente des Melaphyres und des tithonischen Kalksteines.

Die Golderzgänge setzen vorzugsweise am Contact der beiden Eruptivgesteine auf, zum Theil auch innerhalb des Melaphyres. Sie streichen nach NW. und fallen unter 75—85° nach zwei verschiedenen Richtungen. Man kann zwei Züge unterscheiden, deren Hauptgänge die Tendenz zeigen, sich im südöstlichen Theile des Grubenrevieres zu einer einzigen mächtigen Spalte zu vereinigen, dem sog. Stock. Die beiden Hauptklüfte, Schuhaida und die sie begleitende Kreuzschlager Kluft, sind auf 800 m abbauwürdige Länge ausgerichtet. Die Mächtigkeit schwankt von 0—1 m und beträgt im Mittel 0,35 m.

Die übrigens bei den einzelnen Gängen vielfach abweichende Ausfüllung besteht nach L. Venator in der Hauptsache aus Quarz, in welchem Gold, Kalkspath, Schwerspath, Manganspath, Amethyst, Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Silberglanz und Rothgiltigerz einbrechen. Bei den meisten Klüften überwiegt unter den begleitenden Erzen Schwefelkies, bei einigen aber Bleiglanz und Zinkblende. Das Gold ist meist in mikroskopisch kleinen Körnchen, nur in den reichsten Gangmitteln dem blossen Auge sichtbar, eingesprengt. Mitunter ist es an den Schwefelkies, seltener an die Zinkblende gebunden. Die Schaarungen und

---

[1]) Primics György. *Die Geologie des Csetráser Erzrevieres* (in ungarischer Sprache). Budapest 1896. — L. Venator. *Monogr. über das Gold- und Silberbergwerk „Rudolfi" in Boicza.* Hermannstadt 1900.

Kreuzungen haben hier eine Verdrückung, keine Veredelung der Gänge zur Folge. Erst in einiger Entfernung davon bemerkt man bisweilen einen grösseren Adel. Die Ausfüllung des erwähnten aus der Schaarung der Gänge entstandenen „Stockes“, der in der 110 m Sohle bis 40 m Längen- und 30 m Querdurchmesser erreicht, besteht abweichend aus Fragmenten von Melaphyr und Dacit, die mit einem stellenweise sehr reichen, erzigen Bindemittel verkittet sind.

Wie aus verschiedenen archäologischen Funden zu schliessen ist, wurde schon zur Römerzeit bei Boicza Bergbau getrieben. Um das Jahr 1444 war er wiederum in Aufnahme gekommen. Im Jahre 1884 begann der moderne Betrieb, dessen Production sich im Jahre 1898 auf 212436 kg Feingold und 171700 kg Feinsilber bezifferte.

Unsere kurze Uebersicht über die dacischen Golderzlagerstätten hat gezeigt, dass sie nur zum kleineren Theile zur typischen Silber-Golderzformation zu stellen sind. Die zuletzt geschilderte Mehrzahl weicht durch das Fehlen der Tellurverbindungen ab. Immerhin haben alle neben dem gleichen Alter und der gleichen Abhängigkeit von tertiären Eruptivmassen aus der Gruppe der Andesite und Trachyte noch soviel andere geologische Züge gemeinsam, dass man sie bei einer Classification nicht wohl auseinanderreissen kann.

Ein zweites ähnliches Gebiet für die Verbreitung dieser Formationsgruppe finden wir bei Schemnitz [ungarisch Selmeczbánya][1]) im niederungarischen Erzgebirge.

Dies altberühmte Bergrevier, dessen Betriebe wahrscheinlich bis ins 8. Jahrhundert zurückgehen und das als Sitz einer alten Bergakademie immer rege geistige Kräfte zur Verfügung hatte, gehört mit zu den geologisch am besten durchforschten Ganggebieten der Erde. Den alten grundlegenden Arbeiten von Esmark, Beudant und Pettko reihen sich die neueren von v. Richthofen, v. Cotta, Lipold, Szabó, Gezell, Cseh und H. Böckh an, von denen wir unten nur einige der wichtigeren citiren konnten.

---

[1]) Beudant. *Voyage minéralogique et géologique en Hongrie.* Paris 1822. 3 Vol. et 1 Atlas. — Frhr. J. von Richthofen. *Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 11. Bd., 1860, S. 153—277. — B. von Cotta. *Ueber Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens.* 1862. S. 28—41. — M. V. Lipold. *Der Bergbau von Schemnitz in Ungarn.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 17. Bd., 1867, S. 317—458 nebst Bibliographie. — J. W. Judd. *On the Ancient Volcano of Schemnitz.* Quart. Journ. Geol. Soc. Aug. 1876. — *Die Erzgänge von Schemnitz und dessen Umgebung.* Officielle Karte in 2 Blättern, eines mit geologischer Abgrenzung. 1883. Zusammengestellt von J. Szabó, L. Cseh u. G. Gezell. — J. Szabó. *Geschichte der Geologie von Schemnitz.* Vortrag 1885. — Derselbe. Eine ungarisch geschriebene *Monographie der Umgebung von Schemnitz.* — H. Böckh. *Ueber das Altersverh. der in der Umg. von Selmeczbánya vork. Eruptivgesteine.* Földtani Közlöny. XXXI. Bd. 1901.

Nach den neuesten Untersuchungen von H. Böckh besteht das älteste Gebirge der Gegend aus den triasischen Werfener Schiefern, die im Contact mit Diorit in gneissähnliche Hornfelse und Glimmerschiefer umgewandelt sind. Die Trias ist ausserdem noch durch Kalke und Quarzite vertreten. Darüber folgen eocäne Nummulitenschichten. Zwischen der unteren und mittleren Mediterranstufe begann die Folge der Eruptionen, welche zugleich die Ursache der Erzgangbildung wurde. Zuerst brachen Pyroxenandesite hervor, hierauf Diorite und Quarzdiorite (Granodiorite) nebst Apliten, alsdann Biotit- und Amphibolandesite und endlich Rhyolithe. Viel später, im Pliocän, folgten Basalte nach. Die Rhyolithe herrschen bei weitem vor und sind in sehr verschiedenen Modificationen, auch als Obsidiane, Perlite und Bimsteine ausgebildet. Ausserdem haben gerade im Gebiete der Erzgänge die verschiedenen andesitischen Gesteine eine sehr verbreitete Umwandlung in die sog. Propylite erlitten, die dort schlechthin Grünstein oder Grünsteinporphyr genannt zu werden pflegen. Als ein selbständiges, auch durch ein höheres Alter ausgezeichnetes Gestein, als welches den Propylit F. von Richthofen einst aufgestellt hatte, wird er jetzt dort nicht mehr aufgefasst. Vielfach ist das Nebengestein der Gänge auch verkieselt. Neben den geflossenen Andesiten kommen auch tuffartige Trümmeranhäufungen, Breccien und Conglomerate vor, die manchmal auch Kohlenfragmente aus den von den Eruptivgesteinen durchbrochenen Tertiärschichten umschliessen.

Die Erzgänge sind dort in ausserordentlich grosser Anzahl bekannt. Das Streichen hält sich bei den meisten zwischen NS. und NO. Das Fallen ist steil, häufiger nach SO. als nach NW. gerichtet. Die Gangspalten durchsetzen nicht nur die trachytischen und andesitischen Gesteine, sondern treten auch in ihrer südwestlichen Fortsetzung theilweise in miocäne Schichten ein. Sie besitzen zumeist eine bedeutende Mächtigkeit, sind gewöhnlich zusammengesetzte Gänge ohne scharfe Salbänder und umschliessen in ihrer Masse viel Nebengesteinsmaterial, das thonig zersetzt und verkieselt erscheint. Die vorherrschenden Gangarten sind Quarz, Amethyst und Hornstein und in gewöhnlich jüngerer Generation auch Kalkspath, Braunspath, Manganspath, Eisenspath, Schwerspath und Gyps. Von den Erzen kommen vorzugsweise silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und goldhaltiger Schwefelkies vor, die als Imprägnation in quarziger, jaspisähnlicher Gangart eingesprengt sind und in dieser Entwicklung Zinopel genannt werden. Ausser dem Zinopel finden sich reiche Silbererze, wie gediegenes Silber, Argentit, Melanglanz, Polybasit und Pyrargyrit und zuweilen auch gediegen Gold. Seltenere Vorkommnisse sind u. a. Antimonglanz, Federerz, Fahlerz, Markasit, Magnetkies, Kupferglanz, Zinnober, Flussspath, Diaspor und Adular.

Die Erzgänge setzen in der Mehrzahl in den Andesiten und Rhyolithen, theils in den Dioriten auf. Unter die Gänge im Andesitgebirge gehört u. a. der Grünergang, der Stefangang, der Johanngang, der Spitalergang nnd der Bibergang, von der zweiten Gruppe dagegen, die bei Hodritsch in WNW. von Schemnitz entwickelt ist, mögen der Allerheiligengang, der Josefigang, der Schöpfergang und die Brennerstollngänge genannt werden.

Als Repräsentant der ersten Gruppe mögen der Grünergang und der Spitalergang mit wenigen Worten charakterisirt werden:

Der Grünergang ist über 1,5 km Entfernung hin bei nordöstlichem Streichen und einem Einfallen unter 70—80° nach SO. und in einer Mächtigkeit von 2—12 m verfolgt worden. Der grösste Theil dieses weiten Kluftraumes wird allerdings von stark zerdrücktem und mit Pyrit imprägnirtem Rhyolith ausgefüllt, den die eigent-

lichen Erztrümer nach Art zusammengesetzter Gänge durchlaufen. Im übrigen wird er durch das entschiedene Vorwalten von eigentlichen Silbererzen gegenüber Bleiglanz und Blende gekennzeichnet. Vorherrschend ist Stephanit, daneben finden sich Argentit, Polybasit und wenig gediegen Silber, die alle vereint mit Pyritkryställchen in einem graulichen, derbkrystallinen oder drusigen wasserhellen Quarze, sowie in Carbonspäthen sitzen. Die Erze sind in sogenannten Erzsäulen besonders concentrirt, die im Streichen nur bis etwa 40 m, weit länger dagegen im Fallen anhalten. In der Anordnung dieser Säulen macht sich, wie aus der umstehenden Skizze eines flachen Risses hervorgeht (Fig. 175), ein von NO. nach SW. hin flach aufsteigender Adelsvorschub kenntlich. Abseits der Säulen ist der Gang zwar weit ärmer, aber nicht erzleer.

Der Spitalergang ist der wichtigste des ganzen Revieres. Er ist auf über 8 km Entfernung nachgewiesen, hat aber möglicher Weise eine Gesammtlänge von über 12 km. Er streicht in der Hauptsache nach NNO., das Einfallen ist unter 32—70°, mit wachsender Teufe steiler, nach SSO. gerichtet. Die Mächtigkeit ist ausserordentlich gross, 40—50 m, was indessen nicht so zu verstehen ist, als läge

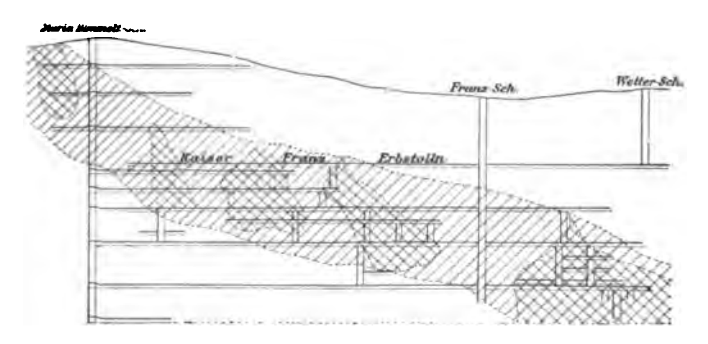


Fig. 176. *Flacher Riss des Grünerganges bei Schemnitz,*
welcher die eine zusammenhängende Veredlungszone bildenden Adelsvorschübe zeigt.
Nach G. Faller.

eine einheitliche Gangspalte vor. Vielmehr stellt er einen Gangzug mit sehr nahe aneinander gerückten, übrigens aber durch viele taube Zwischenmassen getrennten Einzelgängen und Trümern dar. Immerhin kommt an Schaarungspunkten der Trümer stellenweise eine eigentliche Gangmächtigkeit bis gegen 5 m zu Stande. Seine Gangarten sind vorwiegend Quarz, daneben Manganspath, Kalkspath, Braunspath und Schwerspath. Die Erze bestehen im grössten Theile des Ganges aus gold- nnd silberhaltigem Bleiglanz, Blende, Kupferkies und Pyrit, mit ein wenig Freigold und selten mit etwas Zinnober. In der südwestlichen Gangregion nimmt er einen ganz anderen Charakter an, indem hier goldhaltige edle Silbererze zur Herrschaft gelangt sind.

Die Gänge der zweiten Gruppe im Diorit bei Hodritsch führen in quarziger oder carbonspäthiger Gangart vorzugsweise edle Silbererze. Das Nebengestein ist stark mit Pyriten imprägnirt.

Der Schemnitzer Bergbau ist der älteste im mittleren Europa. Nach einigen Autoren hat hier schon um Christi Geburt herum unter den Quaden zu „Vania“

Bergbau bestanden. Um 745 wurden die Betriebe von den damals eingewanderten Slaven in Besitz genommen und fortgesetzt, deren Freiheiten von den zu Anfang des 10. Jahrhunderts hier zur Herrschaft gelangenden Magyaren belassen wurden. Die Namen der Gruben deuten ausserdem an, dass wiederholt starke Zuwanderungen von Deutschen, namentlich auch Meissner Sachsen stattfanden, die den Betrieb neu belebten und unter Andreas II. vollständig an sich zogen. Unter Bela IV. (1235 bis 1270) erhielt die Stadt als Schemnitz (Sebnitz) Stadt- und Bergrecht. 1763 wurde die erste Lehrkanzel an der von 1770 an Bergakademie genannten höheren Lehranstalt gegründet[1]).

Sehr ähnlich den Schemnitzer Gängen sind die des weiter nördlich gelegenen Kremnitz[2]) (Körmöczbánya). Auch sie sind an propylitisch veränderte Gesteine der Trachytgruppe gebunden und stellen mehr breite Trümerzüge als einheitliche Gangspalten dar. Der mineralogische Charakter der Gangfüllung entspricht völlig dem von den Schemnitzer Gängen.

Ein drittes Verbreitungsgebiet der Silber-Golderzformation in Ungarn befindet sich im Wihorlet-Gutiner Gebirge an der Grenze des Marmaroscher mit den Szatmarer und Ugocsaer Comitaten. Dieses bis 1500 m hohe Bergland, das sich steil aus den westlich vorliegenden, grossen ungarischen Ebenen erhebt, besteht ebenfalls aus Trachyten, Rhyolithen und Daciten von zum Theil propylitischem Habitus. Diese Gesteine werden in der Gegend von Nagybánya[3]), am Kreuzberg 1 km im N. der Stadt, bei Veresviz (d. i. rothes Wasser) 3,5 km in NW., bei Felsöbánya im O. und weiter abseits bei Turcz, bei Nagy-Tárna, bei Visk, bei Illoba, bei Laposbánya und Miszabánya und bei Borpatak und Kapnik von ganz ähnlichen Gängen durchschnitten, wie die von Schemnitz beschriebenen.

Wir verweisen auf die unten citirte, ausführliche Abhandlung G. Szellemy's[3]).

Alle die kurz skizzirten oder nur erwähnten siebenbürgischen und niederungarischen Silber-Golderzlagerstätten bilden in geologischer Beziehung ein einheitliches Ganze. Sie sind geknüpft an grossartige Trachyt- und Andesiteruptionen, die sich auf der Innenseite des grossen karpathischen Faltengebirgsbogens vollzogen. Sie sind also schliesslich eine Folge des fortdauernden Schrumpfungsprocesses der äusseren Erd-

---

[1]) *Gedenkbuch zur hundertjährigen Gründung der k. ung. Berg- und Forstakademie in Schemnitz.* 1871.

[2]) E. Windakiewicz. *Gold- und Silberbergbau zu Kremnitz in Ungarn.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1866, Bd. 16, S. 217.

[3]) Geyza Szellemy. *Die Erzlagerstätten von Nagybánya in Ungarn.* Z. f. pr. G., 1894, S. 265—271 u. 449—457, 1895, S. 17—25.

kruste. Durch den einseitigen Aufstau der Gebirgsfalten bildeten sich Senkungsfelder, auf denen die Magmen der Tiefe hervordrangen, und unmittelbar nach diesen Eruptionen rissen Klüfte ein, auf denen Lösungen den Metallgehalt der noch erwärmten Massen im Innern in die oberen Regionen befördern und hier absetzen konnten.

Ganz dieselbe Erscheinung finden wir im westlichen Nordamerika.

Das Grosse Becken von Utah und Nevada, das sich ausdehnt zwischen der Sierra Nevada und dem Felsengebirge, war zur Tertiärzeit der Schauplatz einer grossartigen vulkanischen Thätigkeit. Ungeheure Massen von Lava brachen aus dem Erdinnern hervor, bildeten viele Tagereisen lange Ströme oder breiteten sich deckenartig zu einförmigen Ebenheiten aus. An zahlreichen Punkten blieben auch noch deutlich erkennbare Kratere zurück, und ausserordentlich grosse Strecken sind mit lockeren, oder erst später verkitteten Auswurfsmassen dieser Schlünde bedeckt. Später deckte die Erosion und Denudation auch die unterirdischen Kerne dieser Feuerberge auf in Gestalt von mächtigen Eruptivstöcken, deren Gestein zumeist in die Verwandtschaft der Andesite gehört. Gerade diese vulkanischen Centren nun und ihre unmittelbare Umgebung sind der Sitz zahlreicher gangförmiger Lagerstätten der Silber-Golderzformation. Die berühmteste und grossartigste unter ihnen ist der Comstock Gang im Washoe District, am östlichen Gehänge der Sierra in OSO. vom Truckee Pass.

Die Lagerstätte ist wissenschaftlich ausgezeichnet durchforscht, wie aus der unten angegebenen wichtigsten Litteratur[1]) ersichtlich ist.

Die geologischen Verhältnisse sind in den Hauptzügen die folgenden:

Ein sehr mächtiger Stock von Pyroxen-Andesit, der im Mt. Davidson gipfelt, hat in seinen obersten Theilen einen normal andesitischen Habitus. Er führt glasige Bestandtheile in der Grundmasse und viele porphyrische Einsprenglinge. Nach der Tiefe zu nimmt er mehr und mehr rein körnig-krystalline Structur an, und die so allmählich sich herausbildenden, ausserdem noch von secundärer propylitischer Umwandlung ergriffenen Gesteine haben ein so verschiedenes Aussehen von jenen, dass sie früher als Diabas oder körniger Diorit bezeichnet worden sind.

---

[1]) F. v. Richthofen. *The Comstock Lode, its Charakter, and the probable Mode of its Continuance in Depthh.* San Francisko 1866. — Clarence King. *U. S. geol. Exploring of the 40th Parallel.* III. Min. Ind. Washington 1870. — J. A. Church. *The Comstock Lode, its formation and history.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., New York 1879. — G. F. Becker. *Geol. of the Comstock Lode etc.* U. S. Geol. Surv. Monogr., III., 1882. — E. Lord. *Comstock Mining and Miners.* Ebendort, IV., 1883 (History). — R. Hague and J. P. Iddings. *On the development of crystallization in the igneous rocks of Washoe.* Bull. U. S. Geol. Surv., No. 17, 1885.

Mehr nach Osten hin wird der Pyroxen-Andesit von einer mächtigen Masse von Glimmer-Hornblende-Andesit, den man früher als porphyritischen Diorit bezeichnete, durchbrochen. Sie hat an den Ostflanken des genannten Berges den Pyroxen-Andesit überflossen und geht, ganz analog wie dieser, ebenfalls nach der Tiefe in körnig-krystalline Abänderungen über. Man hat diese Tiefenfacies früher Glimmer-Diorit genannt. Auch die Glimmer-Hornblende-Andesite haben eine theilweise Propylitisirung erfahren. So haben also die neueren Untersuchungen von Hague und Iddings, denen wir hier folgten, erwiesen, dass alle die früher von den älteren Autoren unterschiedenen Comstockgesteine, denen man ein ganz verschiedenes Alter zuschrieb, theils ein prätertiäres, theils ein tertiäres, sich zurückführen lassen auf zwei tertiäre Andesitmagmen, die möglicherweise auch annähernd gleichzeitig ausgetreten sind. Ausserdem hat man in den dortigen Grubenbauen noch eine grosse Anzahl von jüngeren gang- oder stockartigen Intrusivmassen von Glimmer-Hornblende-Andesit, von Dacit und Rhyolith (früher Quarzporphyr genannt) und von Basalt angetroffen.

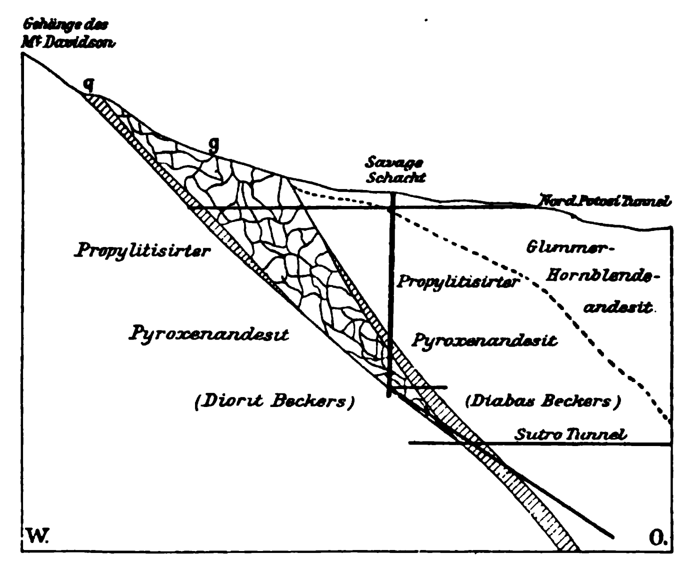


Fig. 176. *Querprofil durch den Comstockgang* nach G. Becker.
g Gangkörper, aus zerrüttetem und zersetztem Nebengestein bestehend, *q* quarzige Gangmasse.

Der Comstockgang setzt nun mit einem Streichen nach NNO. und einem Einfallen von meist 45—50° nach OSO. ungefähr, doch nicht immer ganz genau, an der Grenze zwischen der ursprünglich Pyroxen führenden und der Glimmer-Hornblende führenden Andesitserie der vorhin genannten Eruptivmassen auf. Es ist eine Dislocationszone von sehr wechselnder Mächtigkeit. Im oberen Theile, nahe am Ausbiss, ist er ausserordentlich breit, besteht aber nicht durchweg aus Mineralausscheidungen, sondern in der Hauptsache aus gänzlich zerrüttetem und vielfach zu Thon zersetztem Nebengestein. In dieser Hauptmasse bemerkt man ein hangendes und ein liegendes eigentliches Gangtrum von sehr bedeutenden Dimensionen und übrigens von sehr unregelmässiger Gestalt. In dem von uns nach Becker repro-

ducirten Profil auf Fig. 176, S. 330 sind diese eigentlichen Gangkörper, die hier nach dem Ausstrich hin divergiren, allerdings ausnahmsweise regelmässig gestaltet. In einem zweiten Querprofil, Fig. 177, ebenfalls aus dem Becker'schen Atlas entnommen, sehen wir sie dagegen als zum Theil sich in mehrere Theile zerschlagende, mächtige Linsen von sehr unregelmässigen Umrissen entwickelt.

Diese Linsen und Erzsäulen sind zum Theil transversal zur eigentlichen Gangrichtung gestellt und greifen mitunter weit hinaus über den Gangbereich. F. Pošepny[1]) vermuthet mit Recht, dass dies mit aufsetzenden Kreuzklüften zusammenhängen möge.

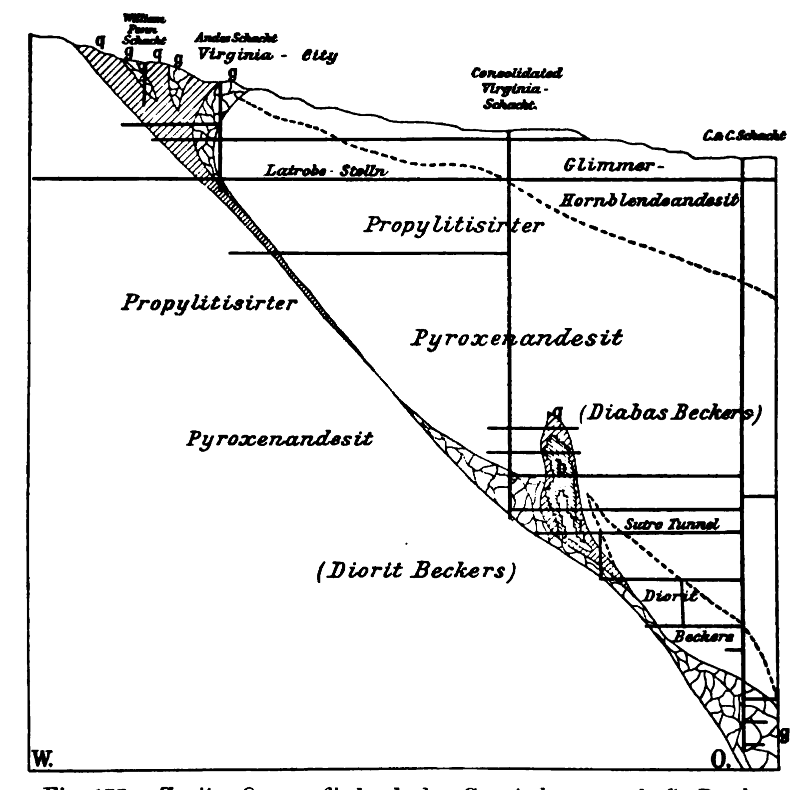


Fig. 177. *Zweites Querprofil durch den Comstockgang* nach G. Becker.
g Gangkörper, *q* quarzige Gangmasse, *b* Aushieb in einer Bonanza.

Diese Gangkörper bestehen in der Hauptsache aus Quarz. Der ganze Gang, wenn ausser den Quarzkörpern auch noch die zerrüttete Gesteinsmasse hinzugerechnet wird, streicht mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 60—100 m und auf eine Länge von etwa 3 km zu Tage aus. An beiden Enden seines Ausstriches spaltet er sich in mehrere Zweige. Diese mitgerechnet ist er oberflächlich auf gegen 7 km verfolgt worden.

---

[1]) F. Pošepny. *Genesis der Erzlagerstätten.* Jahrb. d. k. k. österr. Bergak., 1895, S. 124.

Die erwähnten Quarzkörper sind zum kleinsten Theil taub, meist von ansehnlichem Gold- und Silbergehalt. Die Erze, Stephanit, Polybasit, Argentit, gediegen Gold, auch etwas Bleiglanz und Blende, sind in dem meist mürben, zuckerkörnigen Quarz gewöhnlich fein vertheilt, zuweilen zu sehr reichen Bonanzas concentrirt. Nur ganz untergeordnet sind dem Quarze Kalkspath, Gyps und Zeolithe beigemengt. Nahe am Ausgehenden waren die Bonanzas reich an Hornsilber, wie z. B. die im Jahre 1874 angehauene von 360 m im Längsdurchmesser. Die Erze innerhalb der Bonanzas hielten im Durchschnitt 0,001—0,5% Gold und 0,05—1,78% Ag. So gross auch immer die Dimensionen und die Gehalte der einzelnen Reicherzmittel waren, muss man doch nicht vergessen, dass sie nur einen sehr kleinen Theil der ganzen Gangmasse ausgemacht haben, nach Burthe etwa nur 1/800. Auch hat man keine bestimmte Regel für ihre Anordnung auf der Gangfläche ausfindig machen können. Immerhin ist dieser Gang, um mit Ed. Suess[1]) zu reden, „die grösste Anhäufung von Edelmetall gewesen, auf welche jemals der Mensch die Hand gelegt hat." Von 1859—1889 hat der Comstock 4820 t Silber und 214 t Gold in einem Gesammtwerth von 1360 Millionen Mark geliefert (J. Vogt).

Nur wenige Notizen sollen über seine Geschichte hinzugefügt werden. Schon in den 50er Jahren des Jahrhunderts hatte man in der Nähe des Ganges Goldwäschen ausgebeutet. Erst 1857 wurde dieser selbst von den Gebrüdern Grosh entdeckt, aber erst 1859 von Anderen zunächst nur auf Freigold in Abbau genommen. Die Silbererze wurden anfangs kaum beachtet, bildeten aber bald den eigentlichen Gegenstand des Bergbaus. Die Städte Virginia City und Gold Hill erhoben sich in erstaunlich kurzer Zeit in der ehemaligen Wüstenei. Immer tiefer drang man vor. 1878 wurde der berühmte Sutro Stolln zur Entwässerung der Gruben durchschlägig. Mit wachsender Tiefe waren aber schon vorher die Arbeiten in den Gruben durch immer grössere Hitze erschwert worden, bis man im Jahre 1877 im Schachte der Savage Grube in gegen 900 m Teufe gar auf eine Quelle von 69,4° C. stiess[2]). Damit war dem weiteren Vordringen in die Tiefe ein Ende gesetzt.

Ein etwas kiesreicheres Vorkommniss der Silber-Golderzformation, das gleichfalls an andesitische Gesteine geknüpft ist, stellt der Smuggler Erzgang[3]) bei Telluride im San Juan Hochgebirge von Colorado dar. War der Comstock Lode ausgezeichnet durch seine launenhaft vertheilten reichen Bonanzas, so haben wir hier einen Fall grosser Gleichmässigkeit und Beständigkeit der Erzführung, allerdings mit einem gewissen Wechsel im vorherrschenden Edelmetall.

Der Smugglergang füllt eine Verwerfungsspalte in Augit-Andesit und darunter liegenden Andesitbreccien aus. Er ist in 1—1,5 m, local bis 3 m Mächtigkeit auf

---

[1]) E. Suess. *Die Zukunft des Silbers.* Wien 1892.

[2]) J. A. Church. *The heat of the Comstok Mines.* Trans. Am. Inst. of Min. Eng., 1879, p. 45.

[3]) J. A. Porter. *The Smuggler Union Mines, Telluride.* Trans. Am. Inst. of Min. Eng., 1896. — Ch. Wells Purington. *Preliminary. Rep. on the Mining Industries of the Telluride Quadrangel, Col.* 18. Ann. Rep. of the U. S. Geolog. Surv., II., p. 751—848.

3 km Entfernung aufgeschlossen worden. Die Füllung besteht aus Quarz mit nur wenig Carbon- und Schwerspäthen. In der quarzigen Gangart ganz gleichmässig in der ganzen Erstreckung fein eingesprengt sind Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, edle Silbererze, besonders Proustit und Eugenglanz, sowie gediegen Gold. In Bauen von 1 km Ausdehnung war nicht eine Stelle unabbauwürdig. Im Durchschnitt beträgt der Gehalt der Erze an Silber 0,04‰, an Gold 0,0016‰. Von N. nach S. nimmt der Goldgehalt allmählich zu, der Silbergehalt ab, bis der Smuggler an seinem Südende zu einem reinen Golderzgang geworden ist.

Auch unter den von Whitman Cross und S. F. Emmons[1]) neuerdings aus Custer County in Colorado beschriebenen Lagerstätten sind Gänge der Silber-Golderzformation verbreitet, die neben Gold und Telluriden edle Silbererze, sowie Sulfide von Blei, Zink und Eisen führen, unter deren Gangarten aber in abweichender Weise Baryt vorherrscht. Auch diese Vorkommnisse sind an jungvulkanische Eruptivheerde gebunden.

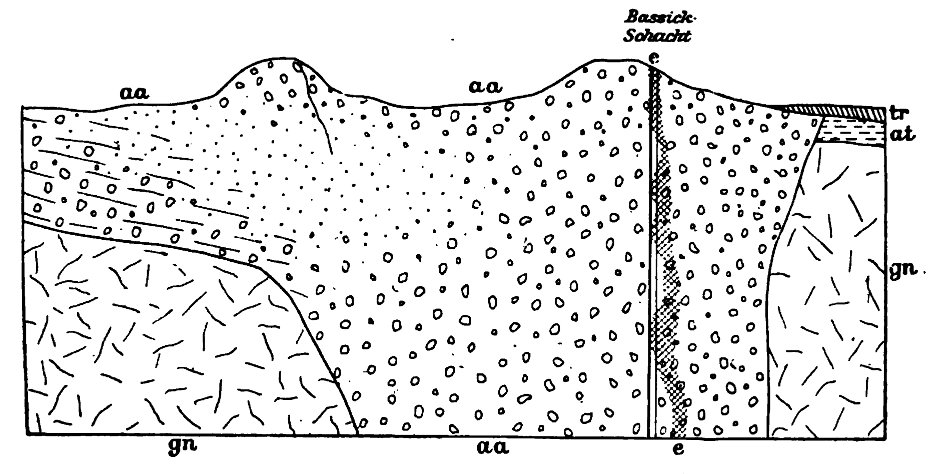


Fig. 178. *Profil durch den Bassick-Schacht* nach S. F. Emmons.
gn Gneiss, *at* Andesittruff, *tr* Trachyt, *aa* Andesitagglomerate des Bassickberges, *e* Erzsäule.

Wir wollen von diesen Vorkommnissen nur das der Bassick Grube kurz berühren.

Das Grundgebirge besteht dort aus Gneissen, welche von Graniten, sowie auch von Gängen von Syenit und Peridotit durchbrochen wurden. Auf diesem Grundgebirge trifft man jüngere Eruptivgesteine, Laven, Breccien und Tuffe. Die Eruptionsfolge beginnt mit Andesiten. Dann folgen der Reihe nach Diorite, Dacite,

[1]) Whitman Cross. *Geology of Silver Cliff and the Rosita Hills, Colorado.* — S. F. Emmons. *The mines of Custer County, Colorado.* 17. Ann. Report of the U. S. Geolog. Surv., II., 1896, p. 269—470. — Derselbe. *Some Mines of Rosita and Silver Cliff, Colorado.* Transact. of the Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, p. 773.

Rhyolithe, jüngere Andesite und Trachyte. Endlich wurden die andesitischen Agglomerate des Bassickhügels aufgeschüttet wahrscheinlich in Folge mächtiger vulkanischer Explosionen, die das ältere Gebirge zerstückelten. An einzelnen Punkten folgen noch Ausbrüche von Glimmer-Dacit und Glasbasalt nach (vergl. Fig. 178, S. 333).

Inmitten der Bassick-Agglomerate befindet sich eine der merkwürdigsten Lagerstätten, die man kennt, die morphologisch nur schwer in die sonst angewandte Classification sich einfügt, stofflich und genetisch aber an diese Stelle unseres Systemes gehört. Sie bildet inmitten der Andesitbreccien einen stehenden Stock von elliptischem Querschnitt mit 8 und 30 m in den Durchmessern. Sie wurde bis gegen 400 m Teufe verfolgt. Nicht weit davon ist eine zweite angefahren worden. In diesen Säulen sind die Andesitfragmente, deren Durchmesser von 1 cm bis 1 m schwankt, von concentrischen Erzlagen umgeben, deren Dicke von 1 cm bis 60 cm ansteigen kann. Zugleich sind die Bruchstücke hier viel stärker als rings umher zersetzt und mit Pyrit imprägnirt. Die Erzlagen bestehen von innen nach aussen aus 1. einem schwärzlichen Gemisch von Sulfiden von Zink, Antimon und Blei mit 0,2 °/₀ Silber und 0,005—0,01 °/₀ Gold; 2. einer dünnen helleren Lage, reicher an Blei, mit bis 0,7 °/₀ Silber und 0,35 °/₀ Gold; 3. aus krystalliner Zinkblende, 5—50 mm dick, mit 0,2—0,4 °/₀ Silber und 0,5—0,16 °/₀ Gold; zuweilen auch noch 4. einer bis 2 cm dicken Kruste von silber- und goldhaltigem Kupferkies; und 5. einer dünnen Lage von Pyrit. Die noch freien Zwischenräume sind mit Kaolin gefüllt, enthalten aber stellenweise auch Quarz, Fahlerz, Tellurgold und Tellursilber oder secundäre Erze, wie Kieselzink und Zinkspath.

Die Erzsäule hat zwar keine scharfe Umgrenzung gegen die umgebenden tauben Breccien, doch bemerkt man in diesen Klüfte, die sich so schneiden, dass jene gerade zwischen sie zu stehen kommt.

S. F. Emmons ist geneigt anzunehmen, dass weniger Lösungen, als vielmehr Dämpfe und Gase, die an den Bruchstücken der Breccie sich verdichtet hätten, das Vehikel für die Metallverbindungen gewesen seien. Er denkt sich deren Emporsteigen als letzte Phase der ersterbenden Thätigkeit dieses vulkanischen Schlundes.

Erwähnt wegen des Auftretens von gediegen Tellur in bis 25 Pfund schweren Massen sei der Gang der John Jay Grube bei Jimtown in Colorado.

Auch unter den australischen Golderzlagerstätten finden wir hierher gehörige Beispiele. Wir wollen nur eines kurz skizziren, das Hauraki Goldfeld, das die Halbinsel von Coromandel auf der Nordinsel von Neu-Seeland einnimmt und nach Süd zu bis Waiorongomai sich erstreckt. Nach J. Park[1]) (referirt bei K. Schmeisser) werden in diesem weiten Gebiete palaeozoische, z. Th. auch jungcretaceische und tertiäre Schichten durchbrochen oder überdeckt von Andesiten, Daciten und Trachyten, sowie deren Tuffen und Breccien. An zahlreichen Stellen findet man

[1]) James Park. *Papers and Reports relating to Minerals and Mining.* Wellington 1894. S. 52. Referirt bei K. Schmeisser. *Australasien,* S. 92 und in Z. f. pr. G., 1899, S. 366ff.

die andesitischen Gesteine umgewandelt in Propylite, die wiederum von untersetzten jüngeren Andesiten durchbrochen werden. Zahlreiche Quarzgänge durchsetzen beide, Andesite und Propylite, sind aber in der Hauptsache nur im letzteren als bauwürdige Golderzgänge ausgebildet. In dem sehr ausgedehnten Gebiet werden wieder 12 Ganggruppen unterschieden, unter denen die Thames-Gruppe die reichste und wissenschaftlich interessanteste ist.

Sie liegt in einem etwa 2,7 km breiten Revier nördlich vom Hape Creek. Die NO. streichenden Gänge sind durch zwei sehr bedeutende Verwerfungen zerschnitten, den Moanatairi- und den Collarbone-Sprung, die das ganze Revier in drei Terrassen zerlegen.

Die Mächtigkeit der Gänge ist sehr wechselnd. Der mächtigste Gang, der Waiotahi, ist im Durchschnitt 3,5 m, stellenweise aber bis zu 13 m breit. Fast alle werden von Nebentrümern begleitet. Die Gangart besteht aus meist bröckligem, zuckerartigem Quarz. In diesem fein vertheilt, zuweilen auch in Drähten und Platten liegt das Gold, ein 30—40% Silber-haltiges weisslich gelb gefärbtes Gold. Daneben findet sich Pyrit, mehrorts auch Kupferkies, Bleiglanz, Manganerze, Zinkblende, Antimonglanz und Rubinglimmer. Ein Quarzgang der Grube Tararu enthält viel Rhodonit mit fein vertheiltem Gold. Die mächtigsten Gänge sind meist die ärmsten.

Man ist im Begriff, den Queen of Beauty-Schacht bis auf 600 m Tiefe abzuteufen, um Gewissheit zu erlangen, ob die Gänge auch in grösseren Teufen lohnen. Bis jetzt aber hat man sie nur in den oberen Regionen abgebaut.

Ganz Neu-Seeland producirte im Jahre 1898 an Feingold an 7912 kg.

Neuerdings sind auch aus Niederländisch Indien Beispiele der Silber-Golderzformation bekannt geworden:

Ein durch seinen bedeutenden Selengehalt ausgezeichnetes Gangvorkommen ist dasjenige der Grube Redjang Lebong in NNO. von Benkoelen im südlichen Sumatra.

Der über 5 m mächtige Gang, welcher innerhalb andesitischer Gesteine aufsetzt, besteht vorwiegend aus einer dicht erscheinenden kieselsäurereichen Masse.

Das Gold darin und das weit vorherrschende güldische Silber sind so fein vertheilt, dass sie selbst mit einer Lupe nicht sichtbar sind. Die Zusammensetzung des Rohedelmetalles ist folgende:

Gold und Silber . .	91,52	Proc.
Se	4,35	„
Cu	1,82	„
Pb	1,65	„
Zn	0,48	„
Fe	0,14	„
	99,96	Proc.

Der Durchschnittsgehalt der bis 1900 geförderten 12072 t Erze belief sich auf 45 g Gold und 375 g Silber pro t[1]).

[1]) Nach S. J. Truscott citirt Z. f. pr. G., 1902, S. 225. — Auch lagen uns Berichte der Grubenverwaltung vor.

Eine ähnliche Lagerstätte wird bei Lebong Soelit 7—8 km weiter westlich abgebaut.

Endlich finden wir diesen Gangtypus auf den Philippinen vertreten.

18. Die fluoritische Golderzformation.

Diese Gruppe ist eng verwandt mit der vorigen, wird aber scharf charakterisirt durch die reichliche Betheiligung von Flussspath an der Zusammensetzung der sonst hauptsächlich aus Quarz gebildeten Gangart. Die Erze bestehen hauptsächlich aus gediegen Gold, Telluriden und goldhaltigen Pyriten, nur ganz untergeordnet auch aus Fahlerz, Bleiglanz, Blende und Antimonglanz.

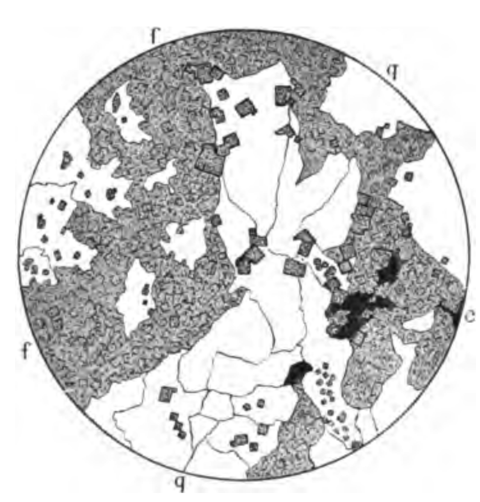


Fig. 179. *Dünnschliff eines „Purple Quartz“ von Summit Mine, Cripple Creek.*

f Flussspath, *q* Quarz mit eingeschlossenen Flussspathkryställchen (Umrisse bei polarisirtem Lichte gezeichnet), *e* Eisenocker mit Freigold. Vergr. 50.

Das bekannteste Beispiel ist der Bergbaudistrict von Cripple Creek[2]) dicht südwestlich vom Pikes Peak im Quellgebiet des Arkansas-Flusses, Colorado.

Nach Whitman Cross ist dort ein rundliches Gebiet von 4—5 km im Durchmesser inmitten einer ausgedehnten Granitlandschaft bedeckt mit vulkanischen Breccien und Tuffen, deren Material in der Hauptsache andesitische Gesteinsfragmente, zum Theil auch solche des in der Tiefe anstehenden Granites sind. Diese Accumulate sind an einigen Stellen durchbrochen von stockartigen Massen von Andesit und Phonolith. Das letzte Gestein ist ein in den Vereinigten Staaten höchst seltenes Vorkommniss, sonst nur noch in den Black Hills, Dakota, bekannt. Endlich wird das Gebiet noch durchzogen von Gängen basischer Gesteine, von Nephelin- und Feldspathbasalten, die zumeist nach NO. und nach NW. streichen.

---

[1]) F. W. Voit. *Goldvorkommen auf den Philippinen.* B. u. H. Z., LVII. B. 1898, S. 251.

[2]) Whitman Cross, *Geology of the Cripple Creek* and R. A. F. Penrose. *Mining Industries of the Cripple Creek.* 16. Annual Rep. of the U. S. Geolog. Surv., II., 1895. — Pikes Peak Folio. *Geolog. Atlas of the U. S. with Special Map of Cripple Creek etc.* 1 : 25 000.

Diese jüngeren Gesteinsgänge werden häufig längs dem einen Salband begleitet von Golderzgängen, die aber auch selbständig vorkommen und nicht nur die Andesitbreccien, sondern auch den darunter liegenden Granit durchsetzen. Die Erzgänge sind in der Regel an sich nicht mächtige, oft nur ganz schmale, fast geschlossene Bruchspalten. Sie erhalten aber dadurch für den Bergmann Bedeutung, dass nicht nur ihr enger Kluftraum Erze führt, sondern auch das stark umgewandelte Nebengestein zu beiden Seiten mit Erzen imprägnirt ist. Diese Imprägnationsklüfte enthalten Tellurgoldverbindungen, vorzugsweise Sylvanit und Calaverit, selten Petzit, in geringerer Menge gediegen Gold, sowie auch goldhaltige Pyrite, noch seltener Fahlerz, Bleiglanz, Blende und Antimonglanz. Die Gangart ist Quarz und Flussspath in inniger Verwachsung, wie es Fig. 179 zeigt. Diese violett oder röthlich gefärbten, mit Flussspath ganz durchwachsenen Quarze heissen dort „purple quartz". Die erwähnte Umwandlung des Nebengesteins wurde von W. Lindgren[1]) genauer untersucht. Unter den Mineralien, die namentlich den Orthoklas des Granites verdrängen, sind besonders Quarz, Flussspath, Pyrit, Sericit, wie auch Valencianit (secundärer Adular) zu nennen. Die Vertheilung der Erze ist eine sehr ungleiche. Sehr häufig trifft man auf einem Gange Erzfälle, „ore shoots" von sehr ungleicher

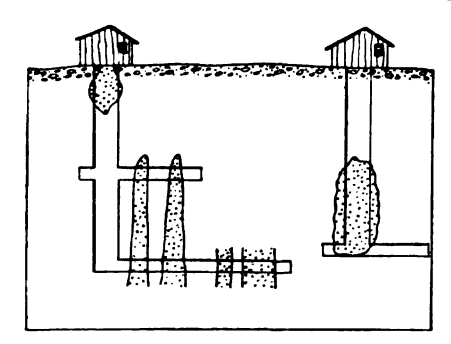


Fig. 180. *Säulenförmige Erzfälle auf einem Gange von Cripple Creek* nach A. F. Penrose.

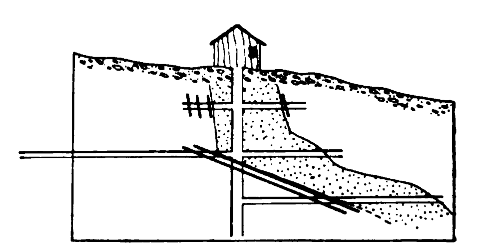


Fig. 181. *Erzfall auf einem Gange von Cripple Creek* nach A. F. Penrose.

Grösse und Gestalt. Gewöhnlich sind es steil gestellte Säulen von wenigen Centimetern bis ein paar Metern Mächtigkeit und bis 100 m Länge (siehe Fig. 180). Manchmal hat man sie gleich unter dem Rasen erreicht, manchmal ihren Scheitel erst in grösserer Tiefe angefahren. In gewissen Fällen ergiebt sich auf den ersten Blick, dass ihre Lage abhängig ist von Kreuzklüften, wie Fig. 181 zeigt. Ihr Reichthum ist oft ein sehr bedeutender.

Ganz einzig steht das Erzvorkommen des „Anna Lee Chimney" der Portland Grube da. Eine bereits bis gegen 300 m in die Teufe verfolgte Explosionsröhre von 4—9 m im Durchmesser inmitten von Basalt zeigt sich erfüllt von gerundeten Basaltfragmenten, deren kalkig-eisenschüssiges Bindemittel goldhaltige Telluride in ganz gleichmässiger Vertheilung enthält. (Nach Mittheilung von Herrn Ad. P. Langenheim).

[1]) W. Lindgren. *Metasomatic Processes in Fissure-Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 79.

Auch verdienen die säulenförmigen Gypsmassen Erwähnung, auf die man innerhalb der Breccien mit dem Deerhorn Schacht stiess. Rickard hält sie für thermale Producte[1]).

Die Gegend von Cripple Creek war schon seit länger bekannt, aber erst 1890 wurden dort die Golderze fündig, zuerst auf der nachmaligen Grube Gold King im Poverty Gulch. Schon 1891 begann die Goldproduction. Sie betrug nach Penrose von 1891 bis mit 1894 im ganzen schon 5543967 $ im Werth. Im Jahre 1898 war der Werth der Jahresproduction 13507349 $.

Ueber ein zweites Vorkommen von Gold mit Flussspath sind wir durch W. H. Weed und L. V. Pirsson[2]) unterrichtet worden.

Es befindet sich in den Judith Bergen von Montana, einem Gebirgszug, der sich bis zu 750 m Höhe und in einer Erstreckung von 29 km zwischen den wasserarmen Ebenen am Yellowstone und am Missouri erhebt.

Dieses selbständig neben den Rocky Mountains hinziehende Gebirge besteht aus palaeozoischen und mesozoischen, vorzüglich carbonischen Schichten, die von laccolithischen Intrusivmassen durchbrochen sind. Die Golderzlagerstätten finden sich am Contacte zwischen Kalksteinen und sog. Syenitporphyren, die jedoch ihrem Alter nach mehr in die Gruppe der Trachyte gehören. Gewöhnlich hat sich längs der Contactfläche eine Breccie gebildet, deren Bruchstücke verkittet sind durch Flussspath, Quarz und wenig Calcit mit fein eingesprengtem Freigold und Telluriden. Der „purple quartz", jenes innige Gemenge von Flussspath und Quarz, wiederholt sich auch hier.

Das charakteristische Merkmal für die Gänge der zuletzt besprochenen Golderzgruppe, Quarz innig verwachsen mit Flussspath, ist von Penrose zum Aufbau einer Theorie über die Entstehung dieser Lagerstätten benutzt worden. Er denkt an eine Reaction löslicher oder gasförmiger Fluoride mit dem kohlensauren Kalk, der aus der Zersetzung kalkhaltiger Silicate resultirte, oder, wie im letzten Beispiel, direct vom Kalkstein gestellt wird. Wären nun diese Fluorverbindungen Kieselfluorwasserstoff gewesen, so müsste gleichzeitig eine Ausfällung von Flussspath und Quarz erfolgen können, wie sie thatsächlich im Purpurquarz vorliegt. Den ursprünglichen Sitz des Fluors gleichwie den des Goldes sucht er in noch erhitzten Gesteinsmassen der Tiefe.

---

[1]) J. A. Rickard. *The Cripple Creek Volcano.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

[2]) W. H. Weed and L. V. Pirsson. *Geology and Mineral Resources of the Judith Mountains of Montana.* 18. Annual Rep. of the U. S. Geolog. Surv., III., 1896—1897, p. 445—614.

η) Gänge der Antimonerzformation.

19. Quarzige Antimonerzformation.

Diese Formation schliesst sich eng an die antimonige Goldquarzformation an, deren extreme Ausbildung sie darstellt. Eine Aufführung als selbständige Gruppe ist aber trotzdem aus praktischen Gründen empfehlenswerth, weil die hierher gehörigen Gänge eben nicht auf Gold, sondern nur auf Antimon abgebaut werden. Die meisten führen übrigens nur einen sehr geringen Goldgehalt, dessen Ausbringen bei den bestehenden metallurgischen Schwierigkeiten meist nicht lohnt.

Die vorherrschenden Gangarten sind hier Quarz nebst etwas Kalkspath, die Erze bestehen aus Antimonglanz und seinen Zersetzungsproducten, nämlich Stiblith, Antimonocker, Valentinit und Senarmontit, seltener auch aus Antimonblende (Pyrostibit). Zuweilen betheiligen sich auch Schwefelkies, Bournonit, Berthierit, Bleiglanz, Zinkblende, Steinmannit, Zinckenit und Zinnober, selten gediegen Gold. Gewöhnlich ist der Antimonglanz in der Gangart eingesprengt, selten bildet er in derben Massen fast ausschliesslich die Gangfüllung oder ist zu Erzsäulen auf sonst ärmeren Gängen concentrirt.

Einige Beispiele mögen diesen Charakter noch weiter erläutern.

Bei Böhmsdorf und Wolfsgalgen unweit von Schleiz werden die palaeozoischen Schiefer von Gängen von Quarz mit Antimonglanz durchsetzt. Diese führen auch Zinkblende, Federerz, Pyrophyllit und Eisenspath und haben zeitweilig, wie in den 50er Jahren auf der Grube Halber Mond zu Böhmsdorf einen Bergbau veranlasst. Auch bei Ida Waldhaus unweit von Greiz kennt man ähnliche Vorkommnisse.

Am Harz, auf der Jost Christianzeche bei Wolfsberg, wurden noch in den 30er Jahren Baue auf einem 1 m mächtigen Gange betrieben, der in Quarz und Kalkspath nach Zimmermann[1]) strahligen und derben Antimonglanz, Federerz und Zinckenit enthalten hat. Der Gang durchsetzt unterdevonische Schiefer.

Unter den Antimonerzvorkommen Böhmens ist besonders hervorzuheben dasjenige von Přičov unweit von Selčan, 15 km westlich von Wotitz im inneren Böhmen. Hier setzen nach A. Hofmann[2]) im Granit eine grössere Anzahl von Kersantitgängen auf, welche von an Antimonglanz reichen Hornsteingängen begleitet werden. Der erst 1897

[1]) Citirt bei C. Blömecke. *Erzlagerstätten des Harzes.* 1885. S. 93.

[2]) A. Hofmann. *Antimonitgänge von Přičov.* Z. f. pr. G. 1901, S. 94.

erloschene dortige Bergbau war ganz ausschliesslich auf Antimon gerichtet. Die Erze haben gar kein Freigold enthalten, auch der Antimonglanz nur Spuren des Edelmetalls. In den oberen Regionen ist aus dem Antimonglanz bis zu einer Teufe von 18 m hinab Antimonocker hervorgegangen. Der mächtigste der dortigen Gänge bildet in einer bis 20 m ansteigenden Mächtigkeit den felsigen Kamm des Deschnaberges, ist aber nicht in seiner ganzen Masse antimonglanzhaltig. Nur wo der Hornstein eine lichtgraue Färbung annimmt, zeigt er sich unter dem Mikroskop von zahllosen zierlichen Kryställchen des Erzes ganz erfüllt und führt auch grössere Ausscheidungen desselben. Abgebaut hat man bisher nur den 10—50 cm mächtigen Emilgang.

Erwähnenswerth sind auch ganz ähnlich beschaffene, aber nicht so mächtige Gänge bei Punnau unweit von Marienbad. Sie setzen im Glimmerschiefer und Amphibolit in der Nähe des dortigen grossen Granitmassives auf [1]).

In Ungarn ist noch von Bedeutung der Bergbau auf den Antimonerzgängen des Rechnitzer Schiefergebirges im Eisenburger Comitat. Die dortigen Gänge, die zum Theil auf 3 km Entfernung verfolgt werden konnten, durchsetzen ein krystallines Schiefergebirge. Besonders dort, wo sie Chloritschiefer und Graphitschiefer zum Nebengestein haben, sind sie nach A. Schmidt [2]) erzreich. Ihre Ausfüllung besteht aus Quarz, Kalkspath, Antimonglanz nebst Stiblith, und Pyrit. Die eigentlichen Antimonerzmittel erreichen eine Mächtigkeit von 2—50 cm. Die Graphitschiefer sind an den Gängen bis auf 3—4 m Entfernung beiderseitig so reich mit Antimonglanz, sowie auch etwas Pyrit und Zinnober imprägnirt, dass sie ebenfalls den Abbau lohnen. Der Pyrit dieser Gänge enthält 0,0021 % Gold.

Andere Antimonglanzgänge mit Quarz und Carbonaten als Gangarten und zugleich mit Jamesonit, Berthierit, Blende und Gold-haltigen Kiesen baute man zwischen Aranyidka und Rosenau in Oberungarn ab [3]).

Die Gänge von Magurka hatten wir unter die antimonigen Goldquarzgänge gruppirt.

---

[1]) J. Schwarz. *Das Punnauer Antimonbergwerk bei Michaelsberg in Böhmen.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1881, S. 595—608.

[2]) A. Schmidt. *Ueber einige Minerale der Umgebung von Schlaining.* Groth's Z. f. Kryst. u. Min., 1898, Bd. 29. H. 3, S. 194.

[3]) G. Faller. *Reisenotizen.* Jahrb. d. k. k. Montanlehranst., 1867, S. 132.

Unter den Antimonerzlagerstätten des südlichen Toscana ist die von Pereta bei Scansano bemerkenswerth. Nach H. Coquand[1]) und P. Toso[2]) besteht sie aus einer weissen, breccienartigen Quarzmasse, die im N. innerhalb kalkig-thoniger Eocänschichten, im S. innerhalb klastischer Gesteine des Miocäns sich einschiebt. Etwas nördlich vom Ausstrich finden Exhalationen von Schwefelwasserstoff statt (putizze). Der Antimonglanz bildet inmitten des Quarzes Trümer und Putzen bis zu bedeutenden Dimensionen. Er wird von Schwefel begleitet, der im nördlichen Theil in beträchtlichen Massen auch gewonnen worden ist. Hier sieht man schwefelführenden Quarz stellenweise mit einer Kruste von Antimonglanz überzogen, auf der wiederum kleine Krystalle und Aggregate von Schwefel sitzen. Im Contact mit der Quarzmasse sind die eocänen Kalke von Quarztrümern durchsetzt, oft auch in Gyps umgewandelt oder in Alaungestein übergeführt.

An mehreren anderen Stellen in Toscana findet sich Antimonglanz zugleich mit Zinnober, so bei Selvena und bei San Martino im Monte-Amiata-Gebiet[3]).

In neuerer Zeit erlangten Bedeutung die Gänge am nördlichsten Vorsprung der Insel Corsika, die im Sericitschiefer aufsetzen. Als Gangmineralien werden von hier Antimonglanz, Quarz, Calcit, Blende, seltener auch Pyrit, Zinnober und Bournonit angegeben[4]).

Reiche Antimonglanzgänge waren noch bis vor kurzem im Bau begriffen 40 km östlich von Porto in Portugal auf der Grube Moinho da Igreja in San Pedro da Cova am Flusse Rio Ferreira. Sie durchsetzen palaeozoische Schiefer. Es reihen sich diesem noch andere portugiesische Vorkommnisse an.

Sehr reich an Antimonglanz ist das französische Centralplateau. Nach Fuchs und De Launay[5]) befinden sich die bedeutendsten Gänge an folgenden Orten:

Im ehemaligen Grubengebiete von Nades im Bourbonnais im Glimmerschiefer, zu Bresnay im Canton Souvigny im Granit, zu

---

[1]) H. Coquand. *Solfatares, alumières etc. de la Toscane.* Bull. soc. géol. de France, VI., 1829.

[2]) P. Toso. Rivista del serv. min. 1899, S. 144.

[3]) B. Lotti. *Zinnober- und Antimonlagerstätten Toscanas.* Z. f. pr. G., 1901, S. 43—46.

[4]) M. Nentien. *Étude sur les gîtes minéraux de la Corse.* Ann. des mines. Bd. XII, 1897, S. 231—296.

[5]) Fuchs et De Launay. *Traité des Gîtes Minéraux.* II. 1893. p. 193—199, mit vollständiger Bibliographie.

Montignat im W. des Dép. Allier an der Grenze von Granit und Gneiss, zu Villerange in Culmgrauwacke, südlich von Saint-Yrieux (Haute-Vienne) im Glimmer- und Amphibolschiefer, ganz besonders zahlreich aber zu Freycenet, bei la Licoulne u. a. O. in den Cantonen Puy-de-Dôme, Cantal und Haute Loire, wo noch jetzt lebhafter Antimonerzbergbau umgeht. Auch die letztgenannten Gänge durchsetzen krystalline Schiefer. Ueberall ist hier Quarz die Hauptgangart, bei Malbose (Ardèche) begleitet von wenig Calcit und Baryt.

Mitunter wird der Antimonglanz von Arsenkies begleitet. So setzen innerhalb carbonischer Aplitgänge bei Montignat (Allier) viele kleine Quarztrümer mit den beiden Erzen auf und bilden förmliche Stockwerke [1]).

Von aussereuropäischen Vorkommnissen erwähnen wir solche in Südaustralien am Flusse Macleay an der Munga Bucht, in Victoria z. B. am Donovans Creek am Upper Yarra und bei Sunburg, in N. S. Wales z. B. im Hillgrove District.

Mexico besitzt zu la Sonora bedeutende Antimonglanzgänge, die Quarzite und Kalksteine durchsetzen.

Aus Kleinasien hat K. E. Weiss [2]) Beispiele beschrieben.

Viel genannt, namentlich auch in mineralogischer Hinsicht, sind die japanischen Antimonglanzgänge. Nach K. Yamada [3]) giebt es deren besonders viele auf der Insel Shikoku und in der Provinz Su-wo, einige auch in den Provinzen Hiuga und Higo auf Kiu-shiu und in den Provinzen Tosa, Tajima, Yamato und Koi. Sie setzen zumeist innerhalb von Schiefern und anderen palaeozoischen Gesteinen auf und sind von sehr geringer Mächtigkeit. Quarz ist gewöhnlich die einzige Gangart, Schwefelkies zuweilen ein Begleiter des Antimonglanzes.

Die grösste und berühmteste japanische Antimonerzgrube ist Itshinokawa auf Shikoku, die jene in allen grösseren Sammlungen verbreiteten grossen Antimonglanzkrystalle geliefert hat. Das Nebengestein bilden Sericitschiefer der Sambagawa-Schiefergruppe, die in der Nähe der Gänge mit Schwefelkies sich imprägnirt erweisen. Die vier dort bekannten Gänge streichen OW. Drei fallen unter etwa 80° nach S., einer und zwar der mit den grossen, bis 0,5 m langen Krystallen, ist unter nur 25° nach derselben Richtung geneigt. Ihre Mächtigkeit beträgt durchschnittlich nur 25 cm, ausnahmsweise bis 1 m. Die Gangarten sind Quarz und ein wenig Kalkspath. Die Gangstructur ist lagenförmig. Die grossen Krystalle sitzen in Drusenräumen. Mit Ausnahme der Nakase-Grube in der Provinz Tajima führt keiner der Antimonerzgänge auch Gold.

---

[1]) L. de Launay. *Compte-Rendu du VIII. Congr. géol. intern.* 1900.
[2]) K. E. Weiss. *Lagerstätten im westlichen Anatolien.* Z. f. pr. G., 1901, H. 7.
[3]) Briefliche Mittheilung an den Verfasser.

Im Jahre 1897 lieferte Itshinokawa 799 t Schwefelantimon und 83,8 t raffinirtes Antimon[1]).

Auch Borneo hat zeitweilig grosse Mengen von Antimonerz exportirt, die von Gängen bei Tambusan und Tagui in der Landschaft Sarawak im nördlichen Theile der Insel herrührten. Sie setzen in Kalkstein und Thonschiefer auf und führen in quarziger Gangart Antimonglanz, oxydische Antimonerze und als Seltenheit auch gediegen Antimon.

Sahen wir in den meisten Fällen die Gänge der Antimonerzformation als ein extremes Glied der antimonigen Goldquarzformation an oder umgekehrt, wenn man will, so giebt es andrerseits auch Beispiele von Antimonerzgängen, die als extreme Ausbildungen einer edlen Silbererzformation betrachtet werden müssen.

Ein solches Beispiel boten früher die bei Mobendorf, Cunnersdorf, Seifersdorf ungefähr 12 km in NW. von Freiberg abgebauten Gänge, die schon J. C. Freiesleben[2]) als besondere Spiessglasformation oder Mobendorfer Formation zusammen gefasst hatte. Noch in den 50er Jahren war die Grube Glückssonne Erbstolln unweit von Cunnersdorf darauf im Betrieb. Nach H. Müller[3]) setzen diese Gänge als Stehende oder Morgengänge bei steilem Einfallen im Gneiss des sog. Frankenberg-Hainichener Zwischengebirges auf und erreichen nur selten über 5 cm Mächtigkeit. Ihre Ausfüllung besteht aus Antimonglanz mit etwas Berthierit, Bournonit, Bleischweif, Steinmannit, Zinckenit, Roth- und Weissspiessglaserz (Pryrostibit und Stiblith), Pyrit, Quarz und etwas Braunspath. Ganz dieselben Erze trifft man nun aber wenige km weiter nach OSO. bei Bräunsdorf in inniger Gesellschaft mit edlen Silbererzen auf den Gängen der edlen Quarzformation.

9) Gänge der Kobalt-Nickel- und Wismutherzformationen.

Unter dieser Bezeichnung sollen zwei recht verschiedene Gruppen von Gängen zusammengefasst werden:

A. eine solche mit wesentlich sulfidischen Kobalt-Nickel- und Wismutherzen,

B. eine solche mit wesentlich Nickel-Magnesiahydrosilicaten.

---

[1]) *Les Mines du Japon.* Paris, Expos. Univ. 1900. p. X.

[2]) J. C. Freiesleben. *Magazin für Oryktographie von Sachsen.* 1. Extraheft. S. 77. 2. Extraheft. S. 179.

[3]) H. Müller. *Erzlagerstätten bei Freiberg.* Cotta's Gangstudien. I. 1850. S. 204.

Die erste Gruppe zerfällt wieder in eine durch vorherrschend carbonspäthige Gangart gekennzeichnete Abtheilung, in der fast nur Kobalt-Nickelerze herrschen, und eine zweite, die durch Quarz und andere Kieselmineralien neben nur untergeordneten Carbonspäthen charakterisirt wird und neben Kobalt-Nickel- auch Wismutherze enthält.

Man kann die einzelnen Gruppen danach, wie folgt benennen:

1. Carbonspäthige Kobalt-Nickelerzformation.
2. Quarzige Kobalt-Nickel-Wismutherzformation.
3. Hydrosilicatische Nickelerzformation.

Die weiteren Unterschiede zwischen diesen drei Gruppen werden bei der Schilderung einzelner Beispiele auseinander gesetzt werden.

20. Carbonspäthige Kobalt-Nickelerzformation.

Am schärfsten ist dieser Typus ausgesprochen in den Kobalterzgängen von Dobschau (Dobsina) in Oberungarn, die freilich nur eine extreme Facies von Spatheisenerzgängen darstellen.

Nach F. W. Voit[1]) besteht die Gegend aus chloritisch-talkigen und aus quarzreichen palaeozoischen Thonschiefern, in denen neben einem Stock von granatführendem Serpentin eine lagerartige Intrusivmasse von stark metamorphem Diorit eingeschaltet ist. Das Gestein der letzteren umfasst Uebergänge von einem hornblendereichen Diorit bis zu einem Hornblendegranitit. Die basischen Grenzzonen nach dem Thonschiefer hin sind in epidotreichen Chloritschiefer umgewandelt. Die Gänge der Kobaltgrube Zemberg, eine Stunde nördlich von der Stadt an der südlichen Abdachung des Langenberges gelegen, durchsetzen den Diorit besonders nahe am Contact mit den sein Liegendes bildenden Chloritschiefern. Es werden 3 steil nach S. einfallende, nach oben hin sich fächerartig zertrümernde, nach unten hin dagegen schon mit 180—200 m Teufe verschwindende oder wenigstens vertaubende Gangzüge unterschieden. Die Ausfüllung der höchstens bis 3 m mächtigen einzelnen Klüfte besteht hauptsächlich aus Eisenspath, Kalkspath, Ankerit und etwas Quarz. In den südlichen Gängen tritt auch etwas Turmalin hinzu, dessen lange Nadeln meist den Quarz, seltener den Eisenspath durchspiessen. In diesen Gangarten, neben denen auch viele Schollen von zerrüttetem Nebengestein als Kluftfüllung angeführt werden müssen, bilden die Erze theils unregelmässig vertheilte Nester, theils parallele Lagen oder grössere derbe Mittel. Das Haupterz ist ein sehr feinkrystallines, derb erscheinendes Gemisch von Speiskobalt und Weissnickelkies. Die reicheren Sorten geben 8—10% Kobalt und gegen 17% Nickel, andere nur 4% Kobalt, dagegen bis 22% Nickel. Dieses Erz wird gewöhnlich von spiegelglatten, mit kohliger Substanz belegten Rutschflächen durchzogen. In den oberen Teufen treten auch reiche Mittel von Fahlerz auf. Seltener werden endlich Kupferkies, Buntkupferkies, Arsenkies, Löllingit und Rothnickelkies beobachtet. Schliesslich ist der secundären Erze, wie Kobaltblüthe, Malachit u. a. zu gedenken.

---

[1]) F. W. Voit. *Geognost. Schild. d. Lagerst.-Verh. von Dobschau in Ungarn.* Mit 1 Karte und vollst. Bibliogr. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1900, Bd. 50, H. 4.

An der Oberfläche nehmen die Kobalterzgänge trompetenförmige Erweiterungen an. Auch die bis 35 m mächtigen, am Langenberge, dem Bingarten und bei den Massörtern durch grosse Tagebaue aufgeschlossenen Lager von grobkrystallinem Spatheisenstein, welche unregelmässige Vertiefungen der Dioritoberfläche vollkommen ausfüllen, ihrerseits aber von carbonischen Sandsteinen, Schiefern und Kalksteinen mit Crinoidenstielgliedern und anderen Petrefacten überlagert werden, scheinen mit den Gängen zusammen zu hängen. Dieser Spatheisenstein enthält nämlich in seinen tieferen Lagen in zerstreuten Nestern, ja sogar deutlichen Lagen Kobalt- und Nickelerze, auch etwas Fahlerz, Kupferkies, Arsenkies und Brauneisenerz. Die in den erzführenden Spalten aufsteigenden Lösungen scheinen den auf dem Diorit aufgelagerten carbonischen Kalkstein theilweise metasomatisch verdrängt zu haben.

Neben den Kobalt-Nickelerzgängen sind im dortigen Gebiet auch mehrere an diesen Erzen freie Carbonspathgänge bekannt, so besonders ein auf Eisenspath gebauter bis 8 m mächtiger Gang an der Dioritgrenze. Er wird durchgehends von einem 9 m mächtigen Quarzgang mit Chromglimmer begleitet.

Während die Eisenerzlagerstätten von Dobschau jährlich eine Production von etwa 35000 t ermöglichen, ruht zur Zeit der Kobalterzgangbergbau völlig. Seine Totalproduction hatte von 1840—80 gegen 26000 t Kobalt-Nickelerze betragen. Die Hauptblüthezeit erlebte er von 1860—80.

Durch ihre Schwerspathführung weichen von dem reinen Dobschauer Gangtypus etwas ab die Kobalterzgänge, die unter dem Namen Kobaltrücken die Zechsteinformation am Thüringer Wald durchsetzen.

Sie werden, wie schon in früherer Zeit, namentlich bei Schweina[1]) unfern Liebenstein abgebaut.

Es sind nach Fr. Beyschlag steil nach SW. einschiessende, bis $^{3}/_{4}$ m mächtige Verwerfungsspalten, welche die flach unter etwa $4^{1}/_{2}°$ gegen SW. einfallenden Schichten der Zechsteinformation und mit ihnen das Kupferschieferflötz dieser Gegend um 7—8, ausnahmsweise auch um 10 m Höhe verwerfen. Ihre Ausfüllung besteht aus Schwerspath, Kalkspath, Bruchstücken des Nebengesteins, Speiskobalt, schwarzem Erdkobalt und Kobaltblüthe. Bemerkenswerth ist der Einfluss dieser Gangspalten auf das Kupferschieferflötz. Dieses ist für gewöhnlich in dieser Gegend arm entwickelt mit nur 1,4°/₀ Kupfer- und ohne Silbergehalt. In der Nähe der durchsetzenden Kobaltrücken aber erfährt es eine Anreicherung bis auf 3—4°/₀. Gleichzeitig steigt der Kupfergehalt der im unmittelbaren Liegenden befindlichen obersten Bank des Zechsteinconglomerates von 3 bis auf 10°/₀. Sehr erzreich hat sich namentlich der 1901 angefahrene „Beyschlagrücken" erwiesen.

Speiskobalt, Rothnickelkies, Asbolan, Chloanthit, Kobaltblüthe und Nickelgrün, freilich nur in mehr untergeordneter Weise neben Kupferkies und Kupferfahlerz, trafen wir auch in den Kupfererzgängen von Kamsdorf und am Rothen Berge bei Saalfeld an (siehe S. 238). Auch hier sind Schwerspath und Carbonate, besonders auch Spatheisenerz, die herrschenden Gangarten.

---

[1]) F. Beyschlag. *Kobaltgänge von Schweina.* Z. f. pr. G., 1898, S. 1—4.

Auch die als **Rücken** bekannten Verwerfungsspalten im Gebiete des Mansfelder Kupferschieferflötzes, besonders am 23er Flötzberg bei Gerbstädt und ferner auch im Sangerhäuser Reviere enthalten stellenweise **Rothnickelkies** nebst Kupferglanz, Buntkupfererz, Kupferkies, Eisenkies, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath und Schwerspath, selten auch **Weissnickelkies**[1]).

Auch bei **Lobenstein** im Fürstenthum Reuss sind ehemals ähnliche Gänge im Bau gewesen, die aber hier im palaeozoischen Schiefergebirge aufsetzen.

Endlich verdienen hier die Gänge einer Erwähnung, die auf der Grube Hülfe Gottes bei **Nanzenbach** unweit **Dillenburg** in Nassau in einem Palaeopikrit und Schalstein aufsetzen[2]). Sie führen Eisenspath, Braunspath und Quarz als Gangarten, sowie Nickelkies, Wismuthglanz, nickelhaltigen Eisenkies, Kupferkies und einige secundär gebildete Erze. Ganz ähnlich verhalten sich die Gänge von **Bellnhausen** unweit von Marburg in Hessen.

21. Quarzige Kobalterzformation
(quarzige Kobalt-Wismutherzformation).

Eines der bekanntesten Beispiele für diese Formation bietet das Kobalterzgangrevier von **Schneeberg** in Sachsen.

Es liegt in gebirgiger Gegend in 400—500 m Höhe über dem Meere in dem Grenzgebiet zwischen der erzgebirgischen Phyllitformation und dem cambrischen Schiefergebirge und zugleich in der Region der grossen Granitstöcke des westlichen Erzgebirges. Die meisten Gänge streichen in dem Raume zwischen dem grossen Eibenstocker, dem Kirchberger und dem Schlemaer Granitgebiet zu Tage aus. Dieses ganze Schiefergebirge ist bis auf geringe Reste contactmetamorph umgewandelt. Die Contactzonen sind um so ausgedehnter, als die Oberfläche der granitischen Intrusivmassen fast überall ziemlich flach unter die sie theilweise verhüllenden Schieferschichten einfällt, wie das aus den K. Dalmer'schen Profilen[3]) in Fig. 182 und 183, S. 347 ersichtlich ist. Das Nebengestein der Gänge bilden in den höchsten Regionen theilweise normale Phyllite und Thonschiefer, zum grössten Theil aber im Contact mit dem Granit umgewandelte Schiefer, nämlich Fleck- und Fruchtschiefer,

---

[1]) Baeumler. *Ueber das Vorkommen von Nickelerzen im Mansfeldischen Kupferschiefergebirge.* Z. d. D. G. G., IX. Bd., 1857, S. 25—50.

[2]) v. Koenen in der Z. d. D. G. G., 1863, Bd. XV, S. 14. — E. Frohwein. *Beschreibung des Bergrevieres Dillenburg.* Bonn 1885. — W. Riemann. *Der Bergbau und Hüttenbetrieb der Lahn-, Dill- und benachbarten Reviere.* II. Aufl. Wetzlar. 1894. S. 37.

[3]) K. Dalmer, E. Köhler und H. Müller. *Section Schneeberg der geol. Spezialkarte von Sachsen nebst Erläuterungen.* 1883.

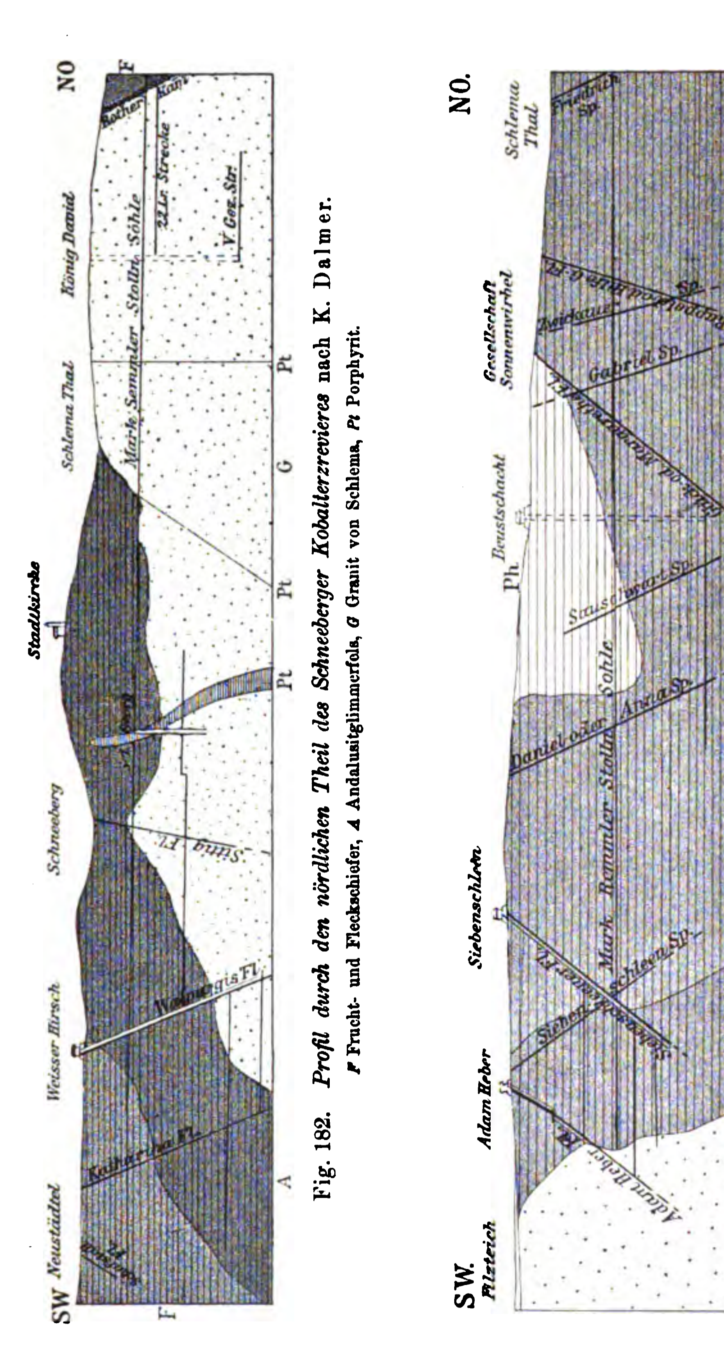


Fig. 182. *Profil durch den nördlichen Theil des Schneeberger Kobalterzrevieres* nach K. Dalmer.

F Frucht- und Fleckschiefer, **A** Andalusitglimmerfels, **G** Granit von Schlema, **Pt** Porphyrit.

Fig. 183. *Profil durch den südlichen Theil des Schneeberger Kobalterzrevieres* nach K. Dalmer.

Erklärung wie bei Fig. 182. **Ph** Phyllit.

Hornfelse, Andalusitglimmerfelse, wie auch streifige Augit-Hornblendeschiefer, endlich der Eibenstocker Turmalingranit und der porphyrische Granitit von Oberschlema.

Die Gänge der quarzigen Kobalterzformation sind nicht die einzigen Erzgänge des Schneeberger Revieres. Vielmehr herrscht hier ein ziemlicher Reichthum an Gangtypen, die sich nach H. Müller[1]), dessen Monographie wir neben ergänzenden Mittheilungen von H. Tröger unserer Darstellung zu Grunde legen, in zwei Hauptgruppen, eine ältere und eine jüngere, gliedern.

Die ältere besteht aus Gängen der Zinnerzformation, der quarzigen Kupfererzformation, der kiesigen Bleierzformation, sowie tauben Quarzgängen, Vorkommnissen, die theilweise von uns an dem betreffenden Platze unseres Systems schon erwähnt worden sind. Die jüngere Gruppe dagegen wird gebildet aus Gängen der quarzigen Kobalterzformation und der edlen Kobalt-Silbererzformation, sowie endlich der Eisenerzformation.

Die Gänge der quarzigen Kobalterzformation, wegen der sehr starken Betheiligung von Wismutherzen wohl auch quarzige Kobalt-Wismutherzformation genannt, sind für die heutige Zeit ökonomisch entschieden die wichtigsten des ganzen Revieres. Bei Schneeberg sind ihrer so viele auf einen Raum von nur etwa 5 km Länge und 3 km Breite zusammengedrängt, dass H. Müller dieses Kobaltfeld ein Stockwerk im grossen nennen konnte. Ueber 150 sind durch den Bergbau auf grössere Erstreckung hin aufgeschlossen worden.

Sie bilden zwei sich spitzwinklig schneidende Gangzüge. Der eine streicht nach NW. bis NS., der andere WNW. bis NW. Als Vertreter des ersteren seien genannt der Fürsten-Vertrag, der Ursula, der Sct. Georg, der Walpurgis, der Katharina, der Adam Heber und der Türker Flache, als Beispiele der zweiten der Rosenkranz, der Zwickauer, der Sauschwart, der Priester, der Daniel, der Siebenschleen, der Hoffnung und der Wolfgang Spat. Bei den Gängen beider Züge ist ein steiles Einfallen, meist unter 60—80° theils gegen NO., theils gegen SW. vorherrschend. Die Mächtigkeit steigt von 2 cm bis über 3 m, hält sich aber meist unter 0,5 m. Viele haben eine starke Neigung zur Zertrümerung. Die Vereinigungspunkte mehrerer Trümer pflegen besonders reich zu sein.

Die Füllung der Spalten besteht sehr gewöhnlich zum grössten Theil aus zerrüttetem, zersetztem und theilweise vererztem und verkieseltem Nebengestein. Unter den mineralischen Füllmassen betheiligen sich als Gangarten ein meist kleinkörnig krystalliner und durchsichtiger Quarz und grauer und rother Hornstein, sowie auch etwas Chalcedon und Jaspis, mehr untergeordnet Carbonate, wie Kalkspath, Braunspath und von Kobalt gefärbter Himbeerspath, dagegen bloss sehr selten Schwerspath und Flussspath. Häufiger, als in der eigentlichen Gangfüllung, sind die Carbonate auf Drusen inmitten der Gänge. Hier findet sich namentlich der Kalkspath in seinem von Schneeberg bekannten grossen Formenreichthum. Besonders trifft man Prismen mit ein oder zwei flachen Rhomboëdern, häufig auch scheibenförmige, ganz flache Rhomboëdercombinationen, die sogenannten Papierdrusen. Als Erze finden sich am häufigsten Speiskobalt in einer zinnweissen und einer grauen eisenreichen Varietät, körnig-krystallin oder in Krystallen, Wismuthkobaltkies, schwarzer Erdkobalt (Asbolan), auch in jugendlichen grossen

[1]) H. Müller. *Der Erzdistrict von Schneeberg im Erzgebirge.* B. v. Cotta's Gangstudien. III. Ser. 1860. 1—223, nebst Bibliographie.

Stalaktiten, und Kobaltblüthe, ferner als Nickelerze Chloanthit, Roth- und Weissnickelkies, sodann gediegen Wismuth, oft in herrlichen gestrickten Aggregaten, Wismuthocker, schliesslich Schwefelkies. Seltenere Erscheinungen dagegen sind Bismutit, Wismuthglanz, Wismuthblende (Kieselwismuth), Kobaltspath, Pucherit, Roselith, gediegen Silber, Silberglanz, lichtes und dunkles Rothgiltig, Eugenglanz und andere edle Silbererze, Markasit, Arsenkies, gediegen Arsen, Uranpecherz, Kalkuranit und besonders auf dem Walpurgis Flachen bei Weisser Hirsch die seltenen Uranerze Trögerit, Walpurgin, Zeunerit, Uranospinit, Uranosphärit, hier und dort auch Kupfererze, Zinkblende, Bleiglanz u. a.

Unter den oben erwähnten Gangarten haben der Quarz und die anderen Kieselmineralien nicht von Haus aus die vorherrschenden und darum charakteristischen Begleiter der Kobalt- und Wismutherze von Schneeberg gebildet. Vielmehr haben früher die Carbonate, besonders Braunspath und Kalkspath, und zwar wahrscheinlich im Bunde mit Baryt, eine weit grössere Verbreitung gehabt, und erst später sind die Füllungen der Spalten einer so ausgedehnten Verkieselung, wie man jetzt sie sieht, anheim gefallen. Dafür zeugen die von Schneeberg seit lange bekannten zahlreichen pseudomorphen Krystalle von Quarz und Hornstein, selten auch von Chalcedon nach Kalkspath, und zuweilen auch nach Baryt. Die ersteren enthalten oft noch einen Kern unersetzten Kalkspathes. Die letzteren stellen gern grosszellige Aggregate dar von durcheinander gewachsenen, aus lauter kleinen Quarzkryställchen zusammengesetzten Tafeln mit leeren Zwischenräumen. Dieser Vorgang ist noch nicht abgeschlossen. Man kennt solche Pseudomorphosen gleichsam im halbfertigen Zustande, noch weich und mit dem Finger zerdrückbar, die erst an der Luft zu einer krystallinen Quarzmasse erhärten.

Gewisse Schneeberger Kobalterzgänge sind übrigens auf ziemlich grosse Erstreckung hin im Gegensatz zu der herrschenden Regel noch jetzt fast nur von carbonatischen Gangarten gebildet und stellen so ein Uebergangsglied dar zwischen dem reinen Schneeberger Typus und der carbonspäthigen Kobalt-Nickelerzformation. So besteht der Adam Heber Flache innerhalb grosser Gangabschnitte nur aus Braunspath und etwas Kalkspath. Ausserdem sind hier auch die Erze etwas verschieden entwickelt. Es herrschen hier Roth- und Weissnickelkiese mit 6—8, ja bis zu 20% Silbergehalt, auch bricht etwas Uranpecherz mit ein, während dort, wo dieser Gang seine normale kieselige Gangart führt, auch Speiskobalt und gediegen Wismuth zugegen sind. Aehnliches gilt von den beiden Parallelgängen des Adam Heber, dem Hoffnung Bruder Flachen und dem Neuglück Flachen.

Die Hutbildung reicht bei den Schneeberger Kobalt-Wismutherzgängen gewöhnlich bis 130—180 m, seltener nur bis 80 m Teufe hinab. Bis zu dieser Grenze hinunter sind ausschliesslich Wismuthocker anstatt des gediegen Wismuthes und ebenso die entsprechenden anderen secundären Erze anzutreffen. Es wurden bisweilen sehr reiche Wismuthockermittel in den obersten Teufen bis dicht unter den Rasen abgebaut.

Die Structur der Gangfüllung ist in den meisten Fällen unregelmässig massig, seltener lagenförmig.

Was die Vertheilung der Erze betrifft, so hat H. Müller die Regel festgestellt, dass im allgemeinen die Kobalt-Nickel- und Wismutherze sich dort finden, wo Quarz und Hornstein gegenüber den Carbonaten vorwalten, dass die edlen Silbererze vorzüglich mit Kalkspath einbrechen, dass Nickelerze besonders an den Anfangs-

und Endregionen der Kobalterzfälle vorkommen und dass Uranpecherz in der Regel mit dem sonst seltenen Kupferkies und Bleiglanz zusammen sich einstellt.

In neuerer Zeit hat sich gezeigt, dass in der Hauptsache die Erzführung der Schneeberger Kobalterzgänge mit dem Eintritt der Spalten in den überall dort in der Tiefe anstehenden Granit erlischt. Nur selten, wie beim Katharina Flachen auf Weisser Hirsch, hat man reiche Kobalterzfälle auch noch eine beträchtliche Strecke weit in den Granit hinunter verfolgen können. Bei dem eben genannten Gange verdient auch die merkwürdige Imprägnation des Granites mit Uranpecherz erwähnt zu werden. Sie stellte sich auf dem 140 Lachter-Querschlag im Liegenden des Ganges ein, der selbst hier seine höher oben abgebauten Uranpecherzmittel bereits verloren hatte. In der so geringen Erstreckung der Erzführung in die Teufe ähneln die Kobalterzgänge den Zinnerzgängen. Sie gehören, wie diese, zu den Erscheinungen aus der Peripherie der Granitmassive und aus deren Scheitelregion. Ganz dasselbe hat man auch bei den Kobalterzgängen von Johanngeorgenstadt beobachtet. Tiefer, als 460—480 m, hat der Schneeberger Bergbau bis jetzt überhaupt keine abbauwürdigen Erzmittel angetroffen.

Es mögen auch einige Worte über die Kobalt-Silbererzgänge des Schneeberger Kobaltfeldes gesagt sein. Sie sind in geringer Zahl aufgeschlossen, haben aber durch ihren früheren grossen Silberreichthum die Entstehung des ganzen Bergbaues dort und das einstige plötzliche Aufblühen der Bergstadt veranlasst. In ihrer ganzen Entwicklung haben sie grosse Aehnlichkeit mit denen von Annaberg, die wir auf S. 292 beschrieben haben. Wegen der starken Betheiligung von Schwerspath an ihrer Zusammensetzung nennt sie H. Müller die Gänge der barytischen Kobalt-Silbererzformation.

Sehr häufig sind sie jüngere Begleiter älterer Kluftausfüllungen der Gänge der ersten Gruppe, und ihre Spalten sind andrerseits manchmal wieder von neuem aufgerissen und von dem Material der Eisen- und Manganerzformation nachträglich gefüllt worden. Ihre Füllung besteht dementsprechend aus recht heterogenen Bestandtheilen. Die Gangarten sind grossblätteriger Baryt, weniger häufig auch Flussspath, Braunspath, Kalkspath und Quarz, die Erze aber Kobalt-Nickel- und Wismutherze, silberarme Bleierze, edle Silbererze, sowie auch Eisen- und Manganerze.

Ein berühmtes Beispiel ist der Sct. Georg oder Michaelis Morgengang, der auf 760 m verfolgt worden ist. Auf der Grube Sct. Georg am Schneeberger Stadtberge wurden dereinst auf solchen Barytgängen die berühmten reichen Silberfunde gemacht, von denen die Chroniken erzählen. Zunächst im Hangenden des Sct. Georg Morgengang setzen im Andalusitglimmerfels und im Porphyrit, der dort Gänge und Stöcke in jenem bildet, eine ausserordentliche Menge von Gangtrümern stockwerksartig neben einander auf. Sie gaben auf ihren Schaarkreuzen mit dem Sct. Georg und unter sich die erstaunlich reichen Anbrüche zur Zeit Albrechts von Sachsen. In den dortigen Weitungsbauen nahm der Herzog am 23. April 1474 an einem angeblich 400 Ctr. schweren Silbererzblock, der zum Tische hergerichtet war, ein unterirdisches Mahl ein. Noch sind von jenem Block zu Dresden Bruchstücke erhalten, die aus gediegen Silber, Glaserz, Silberhornerz und Silberschwärze bestehen. Die Masse soll 2 m mächtig und 4 m hoch über dem Fürstenstolln angestanden haben.

Die ebenfalls erwähnten Gänge der Eisen- und Manganerzformation haben insofern Bedeutung auch für das Schneeberger Kobaltrevier, als sie die Kobalterzgänge verwerfen. Einer der wichtigsten dieser Verwerfer ist der sog. Rothe

Kamm, der mit einem Streichen nach NNW. die Granitpartien von Oberschlema und Auerhammer scharf abschneidet und auf eine Strecke von 5 km verfolgt werden kann.

Endlich ist noch der sog. Schwebenden zu gedenken, das sind der Schichtung der Schiefer parallele stark zerrüttete und zersetzte Gesteinszonen, die mit etwas Quarz, Braunspath, Bleiglanz, Arsenkies, Schwefelkies, Kupferkies und Brauneisenerz imprägnirt sind. Auf Kreuzen mit durchsetzenden Erzgängen werden sie etwas reicher und sind mehrorts auf Silber bebaut worden.

Die wichtigsten Gruben des Revieres sind Weisser Hirsch, Gesellschafter Zug, Sieben Schleen, Adam Heber, Wolfgangmaassen, Alter Türke, Priester und Beustschacht.

Der Schneeberger Bergbau war ursprünglich ausschliesslich auf Silbererze gerichtet, die um das Jahr 1470 fündig wurden. Schon 1471 wurde die neugegründete Niederlassung am Stangenberge zur Stadt erhoben, von der später Agricola sagte, „unter allen Bergstädten Deutschlands war Schneeberg am reichsten an gediegenem Silber". 1478 zählte man bereits 167 Gruben im Abbau, unter denen sich Sct. Paul, Sct. Cyriax, Ueberschaar und vor allen Sct. Georg durch ihre fabelhaft reiche Ausbeute auszeichneten. Aber schon gegen Ende des 16. Jahrhunderts begann der Verfall der Silberproduction. Der Bergbau erholte sich erst wieder, als die Verwendung des Kobalts zur Farbenfabrikation dieses bis dahin verkannte Metall werthvoll machte. 1540 wurde die erste Blaufarbenmühle im Erzgebirge bei Platten angelegt, 1635 folgte die Gründung des Blaufarbenwerkes Niederpfannenstiel, 6 km südöstlich von Schneeberg, 1644 die Anlage einer ähnlichen Fabrik in Oberschlema, die bald in den Besitz der Krone überging. Schon vorher hatte der Export von Schneeberger Kobaltoxyden, besonders nach Holland, grossen Umfang angenommen. Eine abermalige Befruchtung erhielt der Bergbau durch die steigende Verwendung von Nickel und Wismuth in der Industrie, unter anderem durch die Erfindung des Argentans durch E. A. Geitner in Schneeberg Anfang der 20er Jahre dieses Jahrhunderts.

Die Gruben im Schneeberger Kobaltfeld, dessen Eigenthümer jetzt der Kgl. sächsische Staatsfiskus und der Sächsische Privat-Blaufarbenwerks-Verein sind, hatten im Jahre 1898 ein Ausbringen von 307,7 t silberhaltiger Kobalt-Nickel- und Wismutherze.

Merkwürdige Kobalterzgänge kennt man von Balmoral, östlich von Pretoria in Transvaal. Sie bestehen aus einem Hornstein mit Aktinolith, Speiskobalt und Kobaltblüthe und setzen in den Schiefern der Capformation auf.[1])

22. Hydrosilicatische Nickelerzformation.

Diese Art von Nickelerzgängen ist ganz ausschliesslich räumlich gebunden an Serpentinmassen. Die Gangfüllung besteht aus Garnierit, einer Mischung von wasserhaltigem Magnesiasilicat und wasserhaltigem Nickelsilicat in sehr wechselndem Verhältniss, meist mit 6—12 %

---

[1]) G. A. F. Molengraaff. *Géol. de la Rép. Sud-Africaine.* 1901. p. 60.

Nickel, in ganz reinen Stücken noch nickelreicher, aus Numeait, der sich durch dunklere Farbe von jenem unterscheidet und sich fettig anfühlt, aus Genthit, wie man die nickelreicheren Abarten des Garnierit genannt hat, aus Pimelith, einer thonerdehaltigen Varietät, sowie auch aus Magnesit, Limonit, Allophan, Kerolith, Chrysopras, Chalcedon und Quarz. Gewöhnlich sind keine grösseren Gänge, sondern nur ein Netzwerk kleiner Trümer inmitten des Serpentins zur Entwicklung gekommen.

An erster Stelle unter diesen Lagerstätten müssen die von Neu-Caledonien[1]), einer lang von NW. nach SO. gestreckten Insel in der Mitte des Weges zwischen dem australischen Continent und der Fidschi-Gruppe genannt werden, besonders die in der Umgebung von Numéa, Dombéa, Thio, Mont Mou, Mouéo und Gomen.

Die postcretaceischen Serpentinmassive, an welche die Nickelerzlagerstätten gebunden sind, bilden auf dieser gebirgigen Südseeinsel gerundete, domartige Bergformen, die in scharfem Gegensatz stehen zu den schroffen Kämmen der archäischen Formationen und den sanft welligen Linien von Trias, Jura und Kreide. Die Gänge und Trümer von Garnierit und Numeait finden sich besonders gut entwickelt an der Grenze zwischen dem Serpentin und den bunten Thonen, die durch accumulative Zersetzung aus jenem hervorgehen. Die Thone selbst enthalten keine Nickelerze, wohl aber Eisen-Kobalt- und Chromerze. Die Nickelerzgänge führenden Serpentinstöcke decken etwa 6000 □ km, ein Drittheil von ganz Neu-Caledonien. Die Nickelerze wurden 1863 durch J. Garnier entdeckt und 1867 beschrieben. Die Ausfuhr belief sich im Jahre 1901 auf 140000 t bei einem durchschnittlichen Gehalt von 4—4,5 % Nickelmetall. Bei den in früheren Jahren exportirten Erzen hielten sich die Nickelgehalte zwischen 4,5—10 %. Von 1896 bis 1900 wurden 374000 t Nickelerz exportirt. Auch die Production der Kobalterze, kobaltreicher Manganerze mit 3—5 % Kobaltoxyd, ist im Ansteigen begriffen. Ihr Sitz ist besonders die Ostküste der Insel.

Im Anschluss an die neucaledonischen Lagerstätten sei erwähnt, dass man nach J. B. Jaquet[2]) neuerdings auch zu Port Maquarie in N.S.-Wales innerhalb von Thon und Serpentin, und vorzüglich an der Grenze dieser Gesteine Asbolanlagerstätten entdeckt hat.

---

[1]) J. Garnier. (*Ann. des Mines.* 1867.) A. Bernard. *L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie.* Paris 1895. 458 S. 2 Karten. — Fr. Danvers Power. *Proc. of the Inst. of Min. and Met.* London. 1900. Vol. VIII. 44 p. Ref. Z. f. pr. G., 1901, S. 24ff. — G. Henriksen. *Om Nikkelmalmen i Ny Caledonien.* Teknisk Tidskrift, Febr. 1902.

[2]) *Australian Mining Standard.* Feb. 17. 1898.

Ein zweites wichtiges Gebiet dieser Art ist die Gegend von Riddles[1]) in Oregon. Hier ist das Nebengestein der Nickelerzgänge noch nicht so hochgradig serpentinisirt, wie auf Neu-Caledonien. Am Piney-Berg 5 km westlich von Riddles ist es sogar noch ein recht frischer Harzburgit, der zu etwa $^2/_3$ aus Olivin, zu $^1/_3$ aus Bronzit, Chromit und Magnetit zusammengesetzt ist. Nach J. S. Diller (bei F. W. Clarke) enthält das Gestein u. a. 0,76 % Cr_2O_3 und 0,1 % NiO, der Olivin daraus, allerdings nicht ganz absolut rein von Bronzit und Chromit, 0,79 % Cr_2O_3 und 0,26 % NiO. Schon in noch festem, aber doch bereits von Serpentinadern durchzogenem Olivingestein scheidet sich ein dem Garnierit ähnliches, wegen seines etwas höheren Nickelgehaltes (12—29 % NiO) von diesem als Genthit unterschiedenes wasserhaltiges Magnesia-Nickelsilicat aus, zunächst in fein eingesprengten Partien und kleinen Aederchen, begleitet von Quarz und Eisenoxyden. Das Gestein wird nach und nach von einem so dichten Netzwerk solcher Aederchen durchzogen, dass es eine grobmaschige oder auch breccienartige Structur annimmt. Schliesslich entstehen auch grössere Ansammlungen von Genthit, die dann immer zugleich mit Quarz und Chalcedon in zuweilen deutlich lagenförmiger Anordnung Klüfte ausfüllen. Die Volumenveränderung des ursprünglichen Olivingesteines durch Wasseraufnahme während seiner Serpentinisirung begünstigt die Trümerbildung, die das vorherrschende Merkmal in der Entwicklung dieser Gänge ist.

In neuester Zeit hat sich auch der Nickelerzbergbau bei Frankenstein[2]) in Preussisch Schlesien lebhaft entwickelt. Sein Sitz ist der Gläsendorf-Kosemitzer Serpentinzug, dessen Gestein neben Olivinresten auch Magnetit und Chromit, sowie reichlich eingesprengte Säulchen von Tremolit enthält. In diesem Serpentin setzen von der Oberfläche aus zahlreiche und weithin verfolgte Klüfte nieder, die in der Hauptsache von einem gewöhnlich deutlich breccienartigen, aus Serpentin und Talk bestehenden, eisenschüssigen Zerreibungsproduct von braunrother Farbe erfüllt sind. Am Salband nimmt die Füllung zuweilen dünn-

[1]) F. W. Clarke. *Some nickel-ores.* Amer. Journ. of Sc., XXXV., S. 483. — H. B. von Foullon. *Ueber einige Nickelvorkommen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1892, 43. Bd., 2. H. — W. L. Austin. Vergl. Z. f. pr. G., 1896, S. 203.

[2]) J. L. Meinecke. *Ueber den Chrysopras und die denselben begleitenden Fossilien in Schlesien.* 1805. — J. Roth. *Erläut. zu der geol. Karte vom niederschlesischen Gebirge.* 1867. — B. Kossmann. *Die Nickelerze von Frankenstein in Schlesien.* B. H. u. Z., 1890, S. 111—113 u. Essener Glückauf, 1893, No. 54. — H. B. von Foullon. l. c. S. 257 ff. — Werksberichte der Schlesischen Nickelwerke.

schieferige Structur an, eine Folge starker Druckwirkung. Diese Gänge, zu denen sich auch wenig scharf abgegrenzte Zerrüttungszonen gesellen, werden wiederum durchzogen von zahlreichen, oft scharf plattenförmig abgesetzten und mehrere Centimeter dicken Trümern oder von unregelmässigen Aederchen von Pimelith, Garnierit, Kerolith, Magnesit, Schuchardtit (einem thonerdereichen Magnesiahydrosilicat mit 8—17 % Ni), Quarz, Hornstein, weissem Opal und Chrysopras. Auch braunrothe Massen, die durch kleine Pimelithnester grün gesprenkelt sind, dort Knötchenerze genannt, sind in den Gangzügen verbreitet, bilden auch zuweilen mächtigere Stöcke. Von Kobalterzen ist als Seltenheit Kobaltbeschlag zu erwähnen. Zur Zeit hat man die Nickelerzlagerstätten bis zu 56 m Teufe aufgeschlossen. Bis zu 52 m traf man das Gebirge wasserfrei.

Auf Chrysopras, dem im 18. Jahrhundert beliebten Schmuckstein war bereits seit 1740 gebaut worden. Der Nickelerzbergbau ist neuesten Datums. Im Jahre 1901 wurden 9500 t Erz gefördert und 114,3 t Nickel ausgebracht. 1902 hat sich die Production noch erheblich gesteigert. Auch Magnesit wird gewonnen, besonders am Buchberg südlich von Frankenstein.

Durch die mehr kieselige Beschaffenheit der Erze unterscheidet sich von den eben beschriebenen Fundorten das Lagerstättengebiet von Revda[1]) (oder Rewdinsk) in WSW. von Jekaterinburg im Ural.

Einer Zone von krystallinen Schiefern, kohligen Quarzitschiefern und krystallinen Kalksteinen ist hier ein Zug von Antigoritserpentin zwischengeschaltet, der nach H. B. von Foullon aus einem schwach nickelhaltigen Pyroxengestein hervorgegangen ist. In dem deshalb ebenfalls nickelhaltigen Serpentin findet bei weiterer Zersetzung eine Concentration des Nickels statt, wobei neben wasserhaltigen Nickelmagnesiasilicaten auch ziemliche Mengen von Kieselsäure austreten. Die Erze bestehen daher zum grossen Theile aus kleinen Knollen und Fragmenten von Nickelmagnesiasilicaten, die breccienartig von Quarz verkittet sind. Auch sind durch Wiederaufreissung von Klüften und fortgesetztem Absatz von Kieselsäure Breccien entstanden, die aus quarzigen Nickelerzfragmenten mit rein quarzigem Bindemittel bestehen. Das Endresultat der Zersetzung des Serpentins sind eisenreiche Rückstände, die Putzen von Nickelsilicat, zuweilen auch solche von Asbolan enthalten. Zuweilen haben die Neubildungen in ziemlich bedeutenden Spalten Platz gefunden, die wohl tektonische Ursache haben. So beschrieb H. Müller von Revda einen über 2 m mächtigen saigern Gang im Serpentin und angrenzenden Chloritschiefer. Die Füllung bestand in der Hauptsache aus zerfressenem Quarz und Chrysopras. In Hohlräumen befanden sich neben fetten Thonen bis apfelgrosse Partien von Nickelocker.

---

[1]) H. Müller. *Ueber die Nickelerzlagerstätten von Rewdinsk.* B. u. H. Z., 1866, S. 65. — H. B. von Foullon. l. c. S. 234ff. — A. Karpinski. *Ueber die Lagerstätten der Nickelerze im Ural* (russisch). Gorni Journal. 1891, No. 10.

ι) Gänge der Quecksilbererzformation.

Das Haupterz ist hier Zinnober. Meist nur untergeordnet kommen als Quecksilbererze daneben auch gediegen Quecksilber, Metacinnabarit und Quecksilberhornerz vor. Ständiger Begleiter ist Pyrit, hier und dort auch Markasit und Kupferkies, seltener endlich Antimonglanz, Arsenkies, Realgar und andere Sulfide. Die hauptsächlichsten Gangarten sind Quarz, Chalcedon, Opal, Kalkspath und Dolomit, sehr häufig auch verschiedene Formen von Bitumen. Seltener stellen sich ein Baryt, Flussspath und Gyps.

Neben eigentlichen Gängen bildet die Quecksilbererzformation Imprägnationen in zerrütteten, bis ins kleinste zerklüfteten Gebirgsschollen oder in von Haus aus porösen Gesteinen, wohl auch stockwerkartige Erzkörper.

Seit die Verhältnisse bei Sulphurbank und Steamboat Springs bekannt geworden sind (siehe später), zweifelt wohl Niemand mehr daran, dass die Quecksilbererzlagerstätten auf hydrothermale Art entstanden sind. Das Quecksilber scheint als $HgS + 4\ Na_2S$ in Lösung gewesen zu sein, einem Doppelsalz, dessen Bildung in Gegenwart von gelösten Carbonaten und Sulfhydraten der Alkalien bei höherer Temperatur leicht möglich ist. Die in der Natur fast immer neben dem Zinnober gefundenen bituminösen Substanzen scheinen als Fällungsmittel gedient zu haben. Doch sind auch andere Bildungsweisen denkbar, wie z, B. die von V. Spirek angegebene, von der weiter unten die Rede sein wird.

Als erstes Beispiel möge Almaden[1]), die bedeutendste Quecksilbererzlagerstätte der Welt, geschildert werden. Dieser Ort liegt an der Grenze von Andalusien und der Mancha am Nordabhang der Sierra Morena. Das Gebirge besteht hier aus steil aufgerichteten nach OW. streichenden Schiefern silurischen und devonischen Alters, mit Einlagerungen von Quarziten, die als harte Gebilde steile und felsige Ausstrichzonen bilden. Die Sedimente werden vielfach von Diabasen unterbrochen. Auch finden sich mächtige granitische Intrusivmassen eingeschaltet.

Die Lagerstätten bestehen aus Imprägnationen mit Zinnober innerhalb von drei Quarziteinlagerungen, die eine mittlere Mächtigkeit

[1]) Nach G. F. Becker. *Geology of the Quicksilver Deposits of the Pacific Slope with Atlas.* Monogr. of the U. S. Geol. Surv., XIII., 1888, p. 28—31. — Fuchs et De Launay. *Traité II.* 1893. p. 672—680. Beide mit Bibliographie. — Caron. *Bericht über eine Instruktionsreise nach Spanien.* Z. f. B. H. u. S. im preuss. St., Vol. 28, 1880, S. 126.

von 8—10 m besitzen. Der südlichste dieser Erzkörper heisst San Pedro y San Diego, dann folgt San Francisco, und am weitesten nach N. San Nicolas. Beim erstgenannten ist die Imprägnation eine sehr starke, sodass das quarzitische Grundgestein fast verdrängt erscheint, bei den beiden letzten beschränkt sich das Auftreten des Zinnobers in der Hauptsache auf Trümer und Schmitzen, die oft parallele Züge bilden, manchmal aber auch kreuz und quer laufen. Die Erzkörper grenzen theils an taube Quarzite, und in diesem Falle ist die Grenze der Zinnobererze nicht scharf, oder sie haben Schiefer als Nachbargestein, wobei dann die Erzführung plötzlich abschneidet. Nach H. Kuss folgen die Imprägnationszonen nicht immer ein und derselben Schicht des Quarzites, sondern springen gelegentlich auf eine Nachbarschicht über. Wichtig ist auch das von Caron erwähnte Vorkommen von Gleitflächen im Schiefer und von Verwerfungen im San Nicolas.

Neben dem Zinnober kommt auch ein wenig metallisches Quecksilber vor. Auch Pyrit und etwas Kupferkies sind zugegen. Gangarten fehlen fast gänzlich und sind beschränkt auf spärlichen Schwerspath und Putzen von bituminösen Substanzen, nach Becker auch Quarz.

Nach der Tiefe zu haben sich diese Lagerstätten immer reicher erwiesen, während bei einigen anderen in der weiteren Umgebung, wie Almadenejos und las Cuevas, das Umgekehrte der Fall war. In der Tiefe zwischen 190 und 215 m hatte man meist ein Erz mit 8—20% Quecksilbergehalt. Von 215 m Tiefe an erschienen die reichen Erze mit 20—85%, die dann von 263 m Tiefe ab vorherrschend wurden (De Launay).

Schon die alten Athener sollen Kunde von dem Zinnobervorkommen in dieser Gegend gehabt haben. Plinius beschreibt den Fundort unter dem Namen Sisapo, und unter der römischen Herrschaft wurde Bergbau dort getrieben, desgleichen unter den Mauren. Von 1525—1645 beuteten die Gebr. Fugger die Gruben aus. Von 1564—1895 hat diese Lagerstätte gegen 153000 t Quecksilber geliefert. In den 90er Jahren dieses Jahrhunderts belief sich die durchschnittliche Jahresproduction auf gegen 1700 t Metall.

Ein zweites Lagerstättengebiet für Quecksilber auf der iberischen Halbinsel, das im Anhang an Almaden erwähnt sein möge, liegt in Asturien, südlich von Oviedo bei La Pena, Lada, Otero und anderen Orten. Nach A. Dory[1]) sind die dortigen Vorkommnisse Imprägnationen mit Zinnober und wenig Metacinnabarit, Amalgam, Auripigment und Realgar in Breccien und Quarziten des Kohlenkalkes, sowie auch in Conglomeraten, Sandsteinen, ja sogar in Kohlenflötzen der Carbonformation. Die Erze sind in diesem Gebiete weit ärmer als zu Almaden. Sie halten meist nur 0,7% Quecksilber.

[1]) *Revue universelle des Mines.* Liège. Bd. 32. 1895. p. 209—247.

Unmittelbar hinter Almaden unter den europäischen Quecksilbererzlagerstätten ist seiner Bedeutung nach Idria gestellt.

Idria[1]) in Krain liegt 34 km nordwestlich von Loitzsch, zwischen Laibach und Görz. Die Erzlagerstätten gehören in das Gebiet der alpinen Trias, die hier durch eine grössere Anzahl von Verwerfungen und Ueberschiebungen in sehr verwickelter Weise gestört und in eine Gruppe von nach NW. streichenden Schollen zerlegt ist. Diese früher schwer verständliche Tektonik ist neuerdings durch F. Kossmat, dessen Aufsatz wir das lehrreiche Querprofil in Fig. 184, S. 358 entnommen haben, sehr aufgehellt worden, nachdem schon M. V. Lipold die Grundzüge des dortigen Schichtenbaus festgestellt hatte. Die Grubenverhältnisse illustriren wir ausserdem noch durch ein dem officiellen Werke über Idria entlehntes Längsprofil (Fig. 185, S. 359). Im folgenden geben wir zunächst eine Uebersicht der jetzt feststehenden Schichtenfolge mit beigeschriebenen Symbolen, wie sie auf den Profilen angewandt wurden.

Die Gliederung lautet von oben nach unten:

Alpine Trias:

6. Raibler Schichten, } nicht in den
5. Cassianer Kalke und Kalkschiefer } Gruben.
4. Wengener Schichten und zwar tuffige Sandsteine und Mergel *(t)* mit Daonella Lommeli Wism. nebst Einlagerungen von pflanzenreichem Lager- oder Skonzaschiefer *(s)*.
3. Dolomite und Dolomitbreccien *(d)*, sowie Kalkconglomerate *(c)* des Muschelkalkes.
2. b) Campiler Kalkschiefer und Mergelkalke *(kk)*, } Werfener Schichten, zusammengefasst als *(w)*.
   a) Seisser sandiger Schiefer und Dolomite *(ssch)*. }

1. Palaeozoische Gailthaler Schiefer, sog. Silberschiefer *(gsch)*.

Ein Vergleich dieser Altersfolge mit den beiden Profilen lässt die grossartigen Ueberschiebungen sofort erkennen.

---

[1]) Die wichtigste Litteratur über Idria: M. V. Lipold. *Mittheilungen über die geol. Verhälln. der Umgebung von Idria und der Erzlagerstätten daselbst.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1853, S. 422 u. 864; 1856, S. 838; 1857, S. 838 u. a. a. O. — A. Schrauf. *Ueber Metacinnabarit von Idria und dessen Paragenesis.* Ebendort, 1891, S. 349. — *Geolog.-Bergmännische Karten mit Profilen von Idria* nebst Bildern von den Quecksilberlagerstätten in Idria. Aufgenommen von den k. k. Bergbeamten. Wien 1893. Herausgeg. vom k. k. Ackerbau-Ministerium. Mit vollständiger Bibliographie. — F. Kossmat. *Ueber die geologischen Verhältnisse des Bergbaugebietes von Idria.* Mit 2 Tafeln. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Wien 1899, Bd. 49, H. 2.

Die Idrianer Quecksilbererzlagerstätten bestehen nur zum kleineren Theil aus eigentlichen Gängen, vielmehr überwiegend aus Imprägnationen im Nebengestein, die zum Theil gar nicht mehr nachweisbar mit bestimmten grösseren Spalten in Zusammenhang stehen und den Eindruck lagerartiger Zonen machen. In beiden Fällen ist der mineralogische Charakter der Lagerstätten ziemlich einfach. Zinnober ist das vorwaltende Erz. Gediegen Quecksilber findet sich als Imprägnation namentlich in den sogenannten Silberschiefern der mehr hangenden Regionen. Ein selteneres Vorkommniss ist das des Metacinnabarites. Pyrit ist sehr häufig zugegen, namentlich auch als Begleiter des gediegen Quecksilbers. Von Gangarten sind Quarz, Calcit und Dolomit die häufigsten, auch Baryt und asphaltartige Mineralien, wie Idrialit, kommen mitunter vor, sehr selten Flussspath.

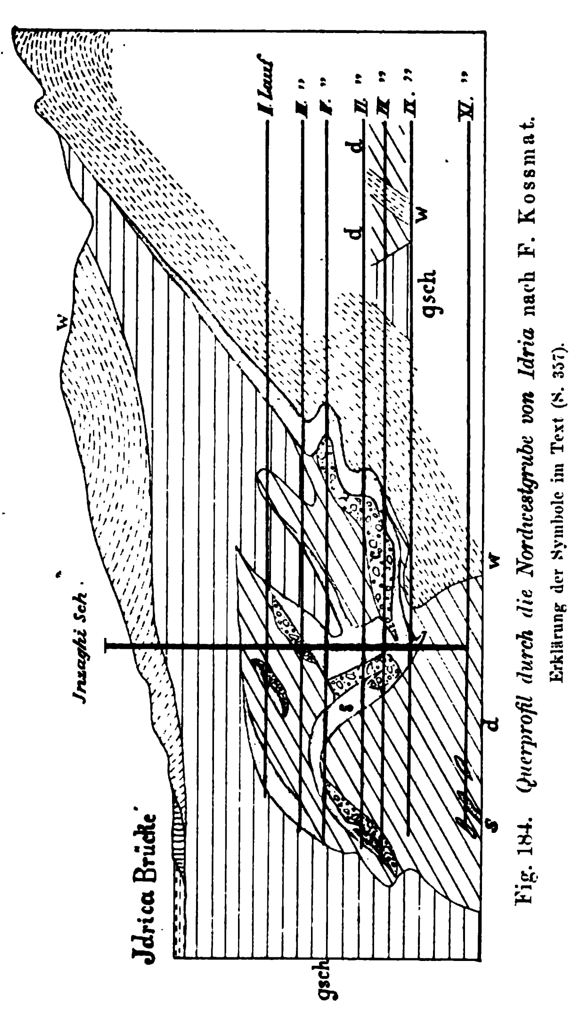


Fig. 184. *Querprofil durch die Nordwestgrube von Idria* nach F. Kossmat.
Erklärung der Symbole im Text (S. 357).

Die Gruben zerfallen in eine nordwestliche und eine südöstliche Abtheilung.

Die deutlich gangförmigen Lagerstätten finden sich ausschliesslich in der Südostgrube mit dem Josephschacht. Auf Kalksteinen und Kalkschiefern der Werfener Schichten, sowie Dolomiten und Breccien des alpinen Muschelkalkes lagern hier Tuffe und Mergelschiefer der Wengener Schichten, die wiederum von Dolomiten und Kalksteinen des Muschel-

kalkes bedeckt werden. Zu den diese Sedimente durchsetzenden, erzführenden Klüften gehören vor allen zwei nach NO. streichende und unter 28 und 30° nach SO. einfallende Gänge, die auf dem Profil mit O und O_1 bezeichnet sind. Ihre bis 1 m mächtige Ausfüllung besteht aus kalkig-schieferigen und breccienartigen Gesteinsmassen, welche reich mit Zinnober imprägnirt sind, auch nach ihrer Farbe Stahl- und Ziegelerz genannte Dolomit-Zinnobergemenge enthalten. Von diesen Klüften aus greift die Zinnoberführung weit in die anstossenden Dolomite über. Ferner sind bemerkenswerth das sogenannte „erste und zweite steile Blatt“. Diese streichen nach NW. und fallen unter 75° nach NO. Sie laufen damit einer Hauptdislocationskluft parallel, die hier die Trias durchzieht. Auch diese Spalten sind mit brecciösen Massen erfüllt, die stark mit Zinnober imprägnirt sind. Ausserdem baut man in diesem Theile der Gruben noch auf einer Imprägnationszone längs der Grenze zwischen den Guttensteiner Dolomiten und den Wengener Mergelschiefern.

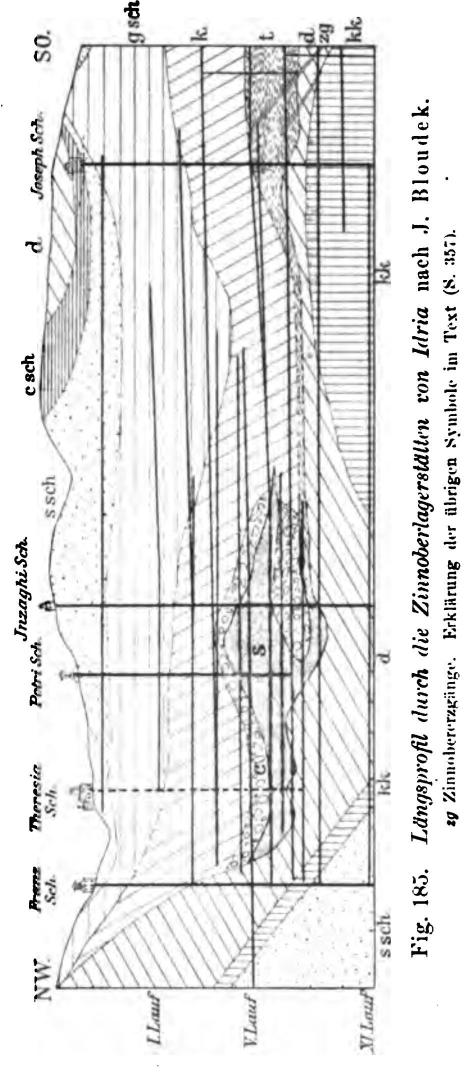


Fig. 185. *Längsprofil durch die Zinnoberlagerstätten von Idria* nach J. Bloudek. *zg* Zinnobererzgänge. Erklärung der übrigen Symbole im Text (S. 357).

In der Nordwestgrube dagegen ist die erwähnte Gesteinsfolge insofern eine andere, als sich hier an Stelle der Wengener Tuffe und Mergelschiefer die sogenannten Skonza-Schiefer und Kalkconglomerate eingeschoben haben. Die Skonza-Schiefer oder Lagerschiefer sind dunkelgraue bis schwarze, sehr bitumenreiche Thonschiefer, die nicht selten Pflanzenreste enthalten. In Folge einer ausgesprochenen Schuppenstructur dieser Gebirgsscholle kommen sie in gewissen Vertical-

schnitten viermal wiederholt vor und werden dann in der Aufeinanderfolge vom Liegenden zum Hangenden als die Lager A—D bezeichnet. Die einzelnen Lager haben zugleich mit den sie begrenzenden Ueberschiebungsflächen, wie aus unserem Querprofil hervorgeht, eine nachträgliche Faltung erlitten.

Diese etwa 20 m mächtigen Skonza-Schiefer sind innerhalb sehr ausgedehnter Regionen, wenn auch nicht durchweg, reich mit Zinnober imprägnirt. Das Erz bildet unregelmässige Putzen, Nieren, Nester und Trümer oder die Ausfüllung von Schichtfugen. Ferner enthalten die auf und zwischen den Skonza-Schiefern gelagerten Dolomitconglomerate und -Breccien innerhalb ihrer Risse und Lücken krystallinischen Zinnober in sehr regelloser Vertheilung, und endlich findet sich längs der Grenze zwischen diesen Gesteinen und den in Folge der Ueberschiebung das Hangende bildenden palaeozoischen Silberschiefern fein vertheiltes gediegen Quecksilber.

Die Quecksilbererze haben also in diesem wichtigsten Theile der Gruben von Idria eine umfangreiche vollkommen zerrüttete Gebirgsscholle imprägnirt und haben theils besonders poröse, theils besonders bitumenreiche Substrate, von denen sie wie in einem Filter förmlich aufgefangen wurden, mehr oder minder durchtränkt. Die eigentlichen Zufuhrwege liegen hier nicht klar vor Augen. Da die dortigen Dislocationen tertiären, wahrscheinlich eocänen Alters sind, folgt daraus ein sehr jugendliches Alter der Infiltration mit Quecksilberverbindungen.

Als Quecksilberproducent wird Idria in Europa nur von Almaden übertroffen. Sein Gesammtausbringen während der Jahre 1525—1895 wird auf gegen 58000 t Quecksilber geschätzt. Im Jahre 1898 wurden in Idria 476,28 t metallisches Quecksilber erzeugt, in Sct. Anna bei Neumarktl in Krain 15 t.

Eine zweite Quecksilbererzlagerstätte in Krain ist die von **Littai**, an der Sau östlich von Laibach gelegen. Sie ist besonders ausgezeichnet durch die Vergesellschaftung der Quecksilbererze mit Bleierzen. Letztere walten allerdings entschieden vor. Die Erze bilden Imprägnationen in einer stark zerrütteten, breccienartigen, von vielen Klüften durchsetzten, bis 3 m mächtigen Gesteinszone innerhalb der sattelförmig gefalteten Gailthaler Grauwackenschiefer der Carbonformation. Die Fragmente der breccienartigen Imprägnationszone bestehen theilweise aus Grauwacke, theils aus Spatheisenstein. Sie sind förmlich verkittet mit Bleiglanz, Schwerspath, etwas Blende, Kupferkies und Pyrit. Nur in der Nähe von Klüften gesellt sich zu diesen auch Zinnober.

Auch auf der apenninischen Halbinsel und zwar im südlichen Toskana befinden sich bedeutende Quecksilbererzlagerstätten, die um so interessanter sind, als ihre Genesis ziemlich deutlich vor Augen liegt.

Sie liegen im Gebiete des vulkanischen Gebirges Monte Amiata[1]), innerhalb sehr verschiedener Gesteine. Alle haben sie den Charakter von Imprägnationen oder Trümerzügen, nicht aber den von eigentlichen Gängen.

Die Hauptlagerstätte am Cornacchino im W. von Castellazzara besteht nach B. Lotti aus Thonen, die mit Zinnober, Pyrit und Gyps imprägnirt sind. Sie sind zwischen den mergeligen und Feuerstein führenden Kalken des oberen Lias eingeschaltet und stellen den Rückstand nach deren Auflösung durch sauere Lösungen dar, dieselben Lösungen, aus denen das Schwefelquecksilber sich abschied.

Ueber den Chemismus dieses thermalen Vorganges verdanken wir namentlich V. Spirek werthvolle Untersuchungen. Nach ihm enthielten die Lösungen Sulfate von Quecksilber, Eisen und anderen Metallen und Schwefelwasserstoff, welcher letztere noch heute an mehreren „Putizze“ genannten Stellen des Amiata-Gebietes dem Boden entweicht. Zunächst seien Calciumpolysulfide und hochgeschwefelte Alkalien gebildet worden, welche in der inzwischen neutralisirten Lösung das Schwefelquecksilber nach den Erfahrungen der Chemie niederschlagen konnten. Dem Einwand, dass K_2S_3 oder CaS_3 leicht durch Abgabe von zwei Molekülen ihres Schwefels zu K_2S und CaS sich umwandeln möchten, die das gebildete HgS wieder auflösen müssten, begegnet V. Spirek durch die Annahme, dass das gebildete HgS schnell in den durch die Corrosion der mergeligen Kalke gelieferten Thonschlamm eingehüllt und so geschützt worden sei.

Die in den liegenden liasischen Kieselschiefern am Cornacchino vorkommenden Trümchen mit Zinnober hält B. Lotti für secundäre Bildungen, entstanden durch Wegführung des Erzes aus den hangenden Kalken vermittelst carbonatischer Lösungen.

Aehnlich sind die Lagerstätten von Siele zwischen Santa Fiora und Castellazzara beschaffen, nur liegen hier die zinnoberhaltigen Thone zwischen mergeligen Eocänkalken und enthalten, wie diese, Globigerinen.

Bei Montebuono tritt der Zinnober in eocänen Sandsteinen auf im Hangenden von Nummulitenkalken. Dieser erzführende, mürbe oder ganz zu Sand zerfallene Sandstein ist von oben her in Höhlungen des corrodirten Sandsteins hinein nachgesunken.

An der Abbadia San Salvatore endlich findet sich Zinnober im Detritus der Berggehänge, im anstehenden Nummulitenkalk, besonders dessen bituminösen Thonlagen, und im Trachyt. Im Trachyt werden die Zinnobertrümer von Markasit- und Opalincrustationen begleitet. Noch heute entströmen diesem Theile des Monte Amiata sauere Schwefelquellen.

---

[1]) P. de Ferrari. *Le miniere del Monte Amiata.* Firenze 1890. Mit Litteraturverzeichniss. — B. Lotti. *Il Campo cinabrifero dell'Abbadia di San Salvatore nel Monte Amiata.* Rassegna Mineraria. VII. No. 11. — V. Novarese. *Die Quecksilbergruben des M. A.* Z. f. pr. G. 1891, S. 60. — R. Rosenlecher. *Die Quecksilbergruben Toscanas.* Z. f. pr. G. 1894, S. 337—353. — Kloos. *Zinnober führende Trachyttuffe vom Monte Amiata.* Ebendort 1898, S. 158—163. — B. Lotti. *Die Zinnober und Antimon führenden Lagerstätten Toscanas und ihre Bez. zu den quartären Eruptivg.* Z. f. pr. G. 1901, S. 41—46. Beste Uebersicht! — V. Spirek. *Zinnober am Monte Amiata.* Z. f. pr. G. 1902, S. 297.

Der Quecksilberbergbau im Gebiete des Monte Amiata begann im Jahre 1846, entwickelte sich aber erst seit 1866 kräftiger. Die Production betrug im Jahre 1898 170 t, ihren Höhepunkt hatte sie mit 449 t im Jahre 1890 erreicht.

Unter den Fundstätten von Quecksilbererzen auf der Balkanhalbinsel ist die bedeutendste die von Avala[1]).

An der Schuplja Stena am Avala-Berge, 24 km südlich von Belgrad wird ein Serpentinstock, der den dunkelgrauen cretaceischen Kalkstein hier durchbrochen hat, durchsetzt von einer 60—70 m mächtigen quarzigen Gangmasse, die NO. bis SW. streicht und unter ca. 60° nach NW. einfällt. Diese wird ihrerseits von zahlreichen OW. streichenden und nach S. einfallenden stark zertrümerten Quarz-Barytgängen mit Quecksilbererzen durchzogen. Am häufigsten unter diesen ist Zinnober, ferner ist vorhanden ged. Quecksilber und Kalomel. Der oft poröse, hornsteinartige Quarz der grossen Gangmasse ist in bestimmten Zonen sehr reich imprägnirt mit Schuppen und Fasern eines grünen glimmerartigen Minerales mit einem bedeutenden Chromgehalt, Avalit genannt (Losanitsch), zuweilen auch mit Eisenkies. Die Lagerstätte wurde bei Gelegenheit eines Eisenbahnbaues von Ljub. Kleritj entdeckt.

Auch im europäischen Russland sind Quecksilbererzlagerstätten bekannt. Diese befinden sich im Süden des Reiches bei Nikitovka im Donetzbecken an der Bahnlinie von Kursk nach Charkow.

Nach Th. Tschernyschew und L. Lutugin[2]) findet sich hier Zinnober, zum Theil in schönen Krystallen, auf Verwerfungsklüften im Carbon, sowie auch als Imprägnation in den benachbarten carbonischen Sandsteinen, Quarziten und Kohlenflötzen, häufig in Begleitung von Antimonglanz, Pyrit und Desmin. Das beistehende Profil in Fig. 186 nach den genannten Autoren illustrirt die dortigen Lagerungsverhältnisse.

Nikitovka erzeugte im Jahre 1898 362 t Quecksilber. Im Jahre 1897 hatte die Ausbeute mit 617 t ihren Höhepunkt erreicht.

Längst ausser Betrieb sind die Gruben auf den Quecksilbererzlagerstätten der Pfalz, die darum heute nur noch von wissenschaftlichem Interesse sind. Sie lagen im östlichen Theile des pfälzisch-saarbrückenschen Kohlengebietes.

---

[1]) A. v. Groddeck. *Ueber das Vorkommen von Quecksilbererzen am Avala-Berge bei Belgrad in Serbien.* Preuss. Z. f. Berg-, Hütten- und Sal.-W. 1885, XXXIII. Bd., S. 112.

[2]) *Guide des Excursions du VII. Congrès Géologique.* 1897. XVI., p. 36–45, mit Litteraturangaben.

Nach von Dechen[1]), ihrem Monographen, und W. v. Gümbel[2]) finden sich dort die Erze theils auf Gängen, theils in von diesen ausgehenden Imprägnationen in den Schichten der Steinkohlenformation und innerhalb der diese durchsetzenden Eruptivgesteine. Am Potzberge setzen die Gänge im Kohlensandstein und Schieferthon auf, bei Mörsfeld im Melaphyrconglomerat, Thonsteinconglomerat und Thonstein, bei Rathsweiler, Erzweiler und Baumholder im Melaphyr, am Königsberg bei Wolfsberg im Quarzporphyr. Häufig begleiten zahllose Nebentrümer die Gänge, und im Nebengestein, besonders im Sandstein und Thonstein finden sich Erzimprägnationen. Manche der Gänge haben eine für diese Gangformation immerhin beträchtliche Längenausdehnung, so der Gottesgaber Gang am Landsberg eine solche von 900 m. Mehrere liegen oft zu 1—3 Meilen langen Gangzügen neben und hinter einander, wie bei Stahlberg und bei Kirchheim-Bolanden. Schon unter 200 m Teufe begannen alle diese Vorkommnisse zu verarmen.

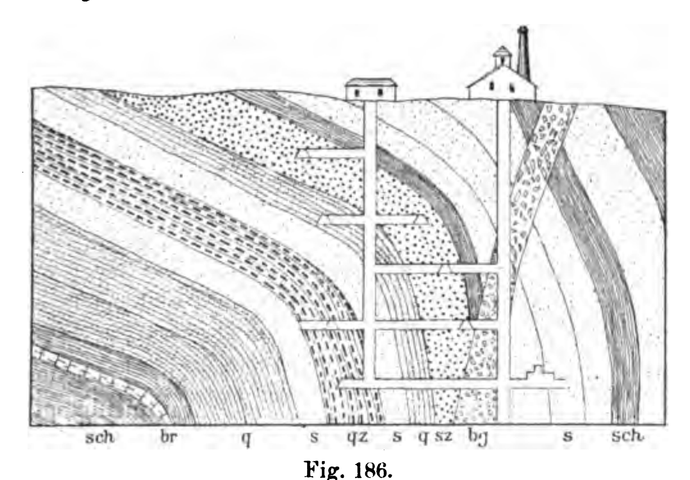


Fig. 186.
Querprofil durch die Zinnoberlagerstätte der Sophienschächte bei Nikitovka nach Tschernyschew und Lutugin.

sch Schiefer, *br* Breccie und Conglomerat, *q* Quarzit, *s* Sandstein, *bg* Breccieugang, *qz* Quarzit mit Zinnober, *sz* Sandstein mit Zinnober.

Die Ausfüllung der Klüfte besteht vorwiegend aus Letten, worin die Erze zerstreut eingesprengt liegen, und zwar am häufigsten unter diesen Zinnober in Schnüren, Trümchen oder Drusen, seltener in Schalen oder Streifen. Ausserdem kamen noch vor gediegen Quecksilber, Amalgam, Quecksilberhornerz und Quecksilbermohr, auf dem schwarzen Gange am Landsberg auch quecksilberhaltiges Fahlerz. Nur selten bemerkte man neben diesen Schwefelkies, Eisen- und Manganerze, Bleiglanz, gediegen Silber, Kupferkies, Antimonglanz, Kalkspath, Schwerspath, Quarz, Hornstein, Eisenkiesel und Asphalt. Die Gangarten bildeten in der Regel nur schwache Trümchen oder Krusten.

[1]) Karsten's Archiv. 1848. Bd. XXII, S. 375.

[2]) W. v. Gümbel. *Ueber die Quecksilbererze in der Pfalz.* Verh. d. naturw. V. f. Rheinl. u. Westf., VII, 1850, S. 83ff.

Nur als mineralogische Merkwürdigkeit darf auch ein Zinnobervorkommniss im Königreich Sachsen genannt werden, das bereits seit dem 16. Jahrhundert bekannt ist. Es befindet sich im Tiefthale bei Hartenstein[1]).

Das Erz findet sich inmitten von chloritreichen Thonschiefern und chloritischen Hornblendeschiefern der oberen Phyllitformation, und zwar in Trümchen und Nieren von Quarz, Feldspath, Braunspath, Kalkspath und Eisenspath und zugleich mit wenig Kupferkies und Schwefelkies. Mit dem Weidlich Stolln, der gegen Ende des vorigen Jahrhunderts getrieben worden war, hatte man in der Nähe dieser Imprägnationen einen 0,25 m mächtigen, aus Quarz, Braunspath und eisenschüssigen Letten bestehenden Gang angefahren. Auch im Beständig Glück Stolln fand man die Zinnoberimprägnation auf die Nähe eines ähnlichen an sich tauben Ganges beschränkt.

Von den aussereuropäischen Zinnoberlagerstätten haben die grösste Wichtigkeit diejenigen in Californien erhalten, über die wir durch eine ausführliche Monographie von G. F. Becker[2]) unterrichtet sind. Sie liegen im Küstengebirge, das vorwiegend aus neocomen, durch Dynamometamorphismus stark veränderten schieferigen Gesteinen, Glaukophanschiefern u. a. aufgebaut ist, auch Durchbrüche von Graniten, Quarzporphyren, Andesiten, Rhyolithen und Basalten enthält. Die Hauptaufrichtung und Metamorphose jener neocomen Schichten, die im normalen Zustande Aucellen führen, erfolgte bereits in der mittleren Kreidezeit, zum zweiten Mal später im Tertiär, damals zugleich mit lebhaften vulkanischen Erscheinungen. Diese letzteren, mit denen die Entstehung der Quecksilbererzlagerstätten genetisch zusammenhängt, dauerten bis in postpliocäne Zeiten hinein an.

Die Lagerstätten bestehen aus sehr unregelmässigen Gängen, vielfach von der Art der Kammergänge G. F. Becker's, die. S. 138 erwähnt worden sind, also in Verbindung mit stockartigen Erzkörpern, die sich von der eigentlichen Gangfläche aus seitlich in das Nebengestein hinein ausdehnen.

Folgende sind die wichtigsten Grubenreviere (von N. nach S. geordnet): Sulphur Bank und andere Gruben in der Nähe des Clear Lake unter dem 39. Breitengrad, Great Western, New Almaden nordöstlich von Santa Cruz und New Idria.

Sulphur Bank wird an anderer Stelle zu berühren sein.

[1]) H. Müller. *Der Erzdistrict von Schneeberg.* Gangstudien. III. 1860. S. 170—174.

[2]) G. F. Becker. *Quicksilver Deposits of the Pacific Slope.* U. S. Geol. Surv. Monogr., XIII, 1888.

Die Great Western Gruben liegen nahe an dem erloschenen Vulkan Mt. Sct. Helena. Das Nebengestein bilden metamorphische Schiefer, die von Andesit und Basalt durchbrochen sind. Die Lagerstätte stellt einen steil stehenden tafelförmigen Erzkörper dar, der am Contact zwischen schwach verändertem Sandstein und einem opalisirten Serpentin eingeschaltet ist. Die Erze bestehen aus Zinnober mit Pyrit und mit quarziger Gangart nebst bituminösen Beimengungen.

Die sehr ausgedehnte Grube New Almaden, die grösste unter den californischen Zinnobergruben, baut auf Zinnober mit etwas gediegen Quecksilber, begleitet von Pyrit, Markasit und Kupferkies, in einer Gangart von Quarz, Kalkspath, Dolomit und Magnesit. Die Erzkörper bilden „Kammern" längs zweier deutlicher Gangspalten in stark zerrütteten Sandsteinen, Serpentinen und diabasähnlichen metamorphen Gesteinen.

Aehnlich liegen die Verhältnisse zu New Idria, wo die Erze innerhalb von Zerrüttungszonen der Neocomschichten auftreten. Auch hier ist Bitumen zugegen.

G. F. Becker betont, dass bei den californischen Zinnoberlagerstätten metasomatische Erscheinungen nicht nachweisbar sind. Nirgends hat eine Verdrängung des Nebengesteins durch die Erze stattgefunden, vielmehr nur eine Füllung vorhandener Poren, Spältchen und Klüfte. Er hält die Erze und Gangarten für Absätze heisser Quellen, die ihre mineralische Last aus tiefliegenden Gesteinskörpern heraufgetragen haben.

Im Jahre 1898 erzeugte Californien 30493 Flaschen oder 1058 t Quecksilber im Werthe von 4545040 M.

In Südamerika waren vor Zeiten von ausserordentlich grosser Bedeutung die Zinnober führenden Erzgänge von Huancavelica[1]) in Peru, die von 1571—1850 an 52000 t Quecksilber geliefert haben. Der Ort liegt am östlichen Abhang der westlichen Hauptkette der Cordilleren. Das Gebirge besteht hier aus jurassischen Schiefern, Conglomeraten, Sandsteinen und Kalksteinen, die von Trachyten durchbrochen werden. Heisse Quellen in der Nähe der Stadt, die Sinter in solchen Mengen absetzen, dass er als Baustein dient, sind die Nachklänge einer ehemaligen vulkanischen Thätigkeit. Die berühmteste, seit 1566 bestehende Grube ist die von Sta. Barbara dicht an der Stadt. Hier wurden Zinnoberimprägnationen in einem Sandstein abgebaut. Neben dem Zinnober finden sich hier Pyrit, Arsenkies und Realgar.

---

[1]) Nach G. F. Becker, l. c. p. 21—22, nebst Litteraturangaben.

Neuerdings haben auch die Zinnobererzgänge von Punitaqui[1]) in Chile von sich reden machen.

In Asien war früher das Chinesische Reich ein bedeutender Quecksilberproducent. Nach R. Pumpelly sollen in 10 von den 18 Provinzen des Reiches Quecksilbererzlagerstätten vorhanden sein. Am wichtigsten sind diejenigen in der Provinz Kwei-Chau. Näheres über das Vorkommen ist nicht bekannt. Nachdem längst ein Import an Stelle des ehemaligen chinesischen Exportes getreten war, ist neuerdings die Anglo-French Quicksilver Mining Concession zu erneuter Ausbeutung dieser Lagerstätten begründet worden. Schon sind Gruben bei Kaitschou, der Nachbarstadt der Hauptstadt Kweijang, im Betrieb.

Auch Kleinasien birgt Quecksilbererzgänge, so bei Habibler und bei Haliköi[2]).

Endlich scheint es, dass auch Australien in die Reihe der Quecksilber producirenden Länder eintreten werde. So wurden bei Yulgibar im Gebiete des Clarence Flusses in N. S. Wales drei angeblich reiche Quecksilbererzgänge aufgeschlossen.

C. Allgemeine Schilderung der Erzgänge.

(Fortsetzung von A., S. 120—206.)

Primäre und secundäre Teufenunterschiede.

Als primären Teufenunterschied hat man sich seit B. von Cotta das Verhalten von solchen Erzgängen zu bezeichnen gewöhnt, die in verschieden tiefen Regionen eine von Haus aus verschiedene mineralogische Zusammensetzung und vielleicht auch Structur besitzen, deren einzelne Abschnitte unserer Eintheilung nach vielleicht ganz verschiedenen Gangformationen angehören müssen. Solche Fälle sind übrigens verhältnissmässig selten. Viel häufiger, ja fast an den meisten gangförmigen und ausserdem aber an lager- und stockförmigen Lagerstätten beobachtbar sind die secundären Teufenunterschiede, bei denen die erwähnte Verschiedenheit in der Ausbildung erst durch allerlei spätere, von oben her wirkende Umwandlungserscheinungen herbeigeführt worden ist. Betrachten wir zunächst einige Beispiele für die erste Art.

[1]) A. Götting. *Die Erzgänge zu Punitaqui in Chile.* Z. f. pr. G. 1894, S. 224.

[2]) K. E. Weiss. *Lagerstätten im westlichen Anatolien.* Z. f. pr. G. 1901, H. 7.

Primäre Teufenunterschiede.

Eine sehr verbreitete Anschauung aus älterer Zeit ist die von der allmählichen Vertaubung der Erzgänge in grösseren Teufen, weit unter der Region des Eisernen Hutes. Es würde dies Verhalten einen in praktischer Beziehung sehr wichtigen primären Teufenunterschied darstellen. Zum Theil ist diese Ansicht indessen wohl gebildet nach Analogie der Beobachtungen beim Uebergang aus dem Hut in die unzersetzte Gangregion, wobei ja eine starke Verringerung des Erzgehaltes sehr häufig wahrgenommen werden musste. Man stellte sich nun die Verringerung als etwas Constantes vor. Darauf wohl hauptsächlich basirten die älteren Annahmen, dass besonders die Golderzgänge in grösseren, dem Bergbau aber noch zugänglichen Teufen vertauben müssten, wie dies z. B. in Californien ehedem als eine Thatsache galt. Die neueren Tiefbauten auf Golderzgängen sowohl in diesem Lande, als namentlich in Australien haben diese Befürchtung nicht bewiesen. Wir sahen, dass z. B. die Gänge in Victoria noch in 975 m Teufe bauwürdig sind. Vielfach hatten wohl auch nur locale Vertaubungszonen, die man mit den älteren, weniger vollkommenen bergbaulichen Methoden oder mit den geringen zur Verfügung stehenden Geldmitteln zu überwinden gar nicht in der Lage war, diesen Glauben von der in grösserer Teufe erfolgenden Vertaubung ganzer Ganggebiete überhaupt hervorgerufen. Einzelne weiter blickende Männer mussten dies Vorurtheil erst mühsam bekämpfen, wie einst Freiherr von Herder[1]) bei seinem 1838 aufgestellten Plane des Tiefsten Stollns im Freiberger Revier, der dann später als Rothschönberger Stolln in Ausführung kam. In einzelnen Fällen freilich hat sich die Annahme einer solchen Vertaubung thatsächlich als richtig erwiesen, z. B. bei den sogenannten Kobaltrücken Thüringens, die im älteren Schiefergebirge rasch vertauben.

Viel zahlreichere Beobachtungen liegen für einen Wechsel in der primären mineralogischen Zusammensetzung von Erzgängen in verschiedenen Teufen vor. Einige mögen hier folgen:

Auf der Grube Himmelsfürst bei Brand unweit von Freiberg repräsentirt der Silberfund Stehende über der 7. Gezeugstrecke den reinen Typus der Edlen Braunspathformation (carbonspäthigen Bleierz-

---

[1]) Freiherr von Herder. *Der tiefe Meissner Erbstolln.* Leipzig 1838. Schon vor ihm hatte auch G. A. von Weissenbach gegen die durch A. G. Werner zu Freiberg zum Dogma erhobene Theorie von der geringen Erstreckung der Gänge nach der Tiefe hin Stellung genommen. (Gangverhältnisse 1836. S. 37—38. Vergl. auch 432).

formation); zwischen der 7. und 9. gehört er einem Mischtypus zwischen dieser und der kiesig-blendigen Bleierzformation an; unter der 9. Gezeugstrecke endlich hat er ganz und gar das Gepräge der letzteren.

Auf der Grube Junge Hohe Birke daselbst gehörten der Prophet Jonas St. und andere Gänge in oberen Teufen der Kupfererzformation, in tieferen Zonen der kiesig-blendigen Bleierzformation an.

Im allgemeinen will man in den Tiefbauen auf den Freiberger Erzgängen die Wahrnehmung gemacht haben, dass die Menge der mit einbrechenden Kiese mit wachsender Teufe auf Kosten des Bleiglanzes etwas zugenommen hat. So ist auf dem sonst reichen Peter Stehenden der Grube Alte Hoffnung Gottes und auf seiner nordöstlichen Fortsetzung, dem Einigkeit Morgengang, in über etwa 500 m Teufe der Bleiglanz fast gänzlich von Schwefelkies und Blende verdrängt. Der noch vorhandene Bleiglanz ist zugleich silberärmer geworden. Aehnliches gilt für den Christliche Hilfe Stehenden. Dagegen hat sich bis jetzt in den Freiberger fiskalischen Gruben zwar diese Verkiesung, aber für den Silbergehalt des Bleiglanzes nach Proben an rein ausgesuchtem Material eine gesetzmässige Abnahme nicht erkennen lassen. Bei ein paar Gängen haben die sehr mühsamen Untersuchungen von A. W. Stelzner und F. Kolbeck eine allmähliche, constante Abnahme des Silbergehaltes nach der Tiefe hin allerdings ergeben, bei anderen aber sogar das Gegentheil. Die genaueren Resultate werden von dem letztgenannten Autor noch publicirt werden.

Ueber die Oberharzer Gruben schreibt F. Klockmann[1]): „Gewöhnlich wird angegeben, dass mit dem Tieferwerden der Grubenbaue die Blende in grösserer Menge (gegenüber dem Bleiglanz) auftritt.“ Zirkler[2]) bestätigt das. Auch nimmt der Silbergehalt des Bleiglanzes nach der Tiefe zu bei manchen dortigen Gängen dort ebenfalls allmählich ab. Nach Zirkler sinkt der Gehalt an Silber, auf 60% Blei berechnet, in den Erzen:

1. Des Burgstädter Hauptganges bei 26 m Teufenunterschied von 0,0889% auf 0,0609%.
2. Des Mitteltrums bei 125 m Teufenunterschied von 0,0865% auf 0,0522%.
3. Des Bergmannstroster Hangenden Trums bei 261 m Teufenunterschied von 0,0732% auf 0,0467%.

---

[1]) *Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes.* 1895. S. 48.

[2]) Zirkler. *Ueber die Gangverhältnisse der Grube Bergmannstrost bei Clausthal.* Glückauf, Essen. 1897. S. 84.

Doch scheinen diese Schlüsse noch auf eine viel zu geringe Zahl von Proben gegründet.

Noch einschneidender sind zuweilen Teufenunterschiede bei Zinnerzgängen:

Nach B. von Cotta[1]) sollen die früher bei Seiffen im Erzgebirge bebauten Gänge in oberen Teufen vorzugsweise Zinnerz, tiefer hinab aber mehr Kupfererze geführt haben. Nach H. Müller[2]) hat es sich indessen wohl nur um zufällige Vertheilung der genannten Regionen gehandelt.

Noch viel grossartiger und jedenfalls genau nachgewiesen ist dieser Wechsel in verschiedenen Teufen bei manchen Cornwaller Zinnerzgängen, wie der auf S. 226 abgebildete flache Riss der Grube Dolcoath beweist. Da hier die Zinnerzzone nach unten hin noch einmal sich wiederholte, dürften diese Veränderungen nicht ausschliesslich von der Teufe abhängen.

Auch bei Gängen der Manganerzformation wurden solche Erscheinungen beobachtet. So führen nach L. de Launay[3]) und J. H. L. Vogt[4]) die im Granit aufsetzenden Manganerzlagerstätten von Romanèche (Saône-et-Loire) in Frankreich baryumreichen Psilomelan und Eisenglanz neben Quarz, Schwerspath, wenig Flussspath und Spuren von Kalkspath, wobei in der oberen Region entschieden der Psilomelan, in der unteren der Eisenglanz vorwaltet. L. de Launay hält freilich eine secundäre Entstehung dieser Erscheinung nicht für ausgeschlossen.

Secundäre Teufenunterschiede.
(Hutbildung.)

Unter secundären Teufenunterschieden fasst man die Veränderungen in Zusammensetzung und Structur zusammen, die Erzlagerstätten oberhalb des Grundwasserspiegels erleiden. Die scharfe Unterscheidung der Verhältnisse über dem Grundwasserspiegel, in der vadosen Region, und derjenigen unter demselben, in der profunden Region, verdankt man hauptsächlich F. Pošepny[5]). Der Grundwasserspiegel

---

[1]) B. von Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 23.

[2]) H. Müller. *Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres.* 1901. S. 133.

[3]) L. de Launay. *Compte-Rendu du VIII. Congr. géol. intern.* 1900. Die von ihm zugleich beschriebenen den Gängen benachbarten schichtigen Manganerzlagerstätten sind mit den Manganmulmlagern der Schwarzenberger Gegend zu vergleichen (S. 211).

[4]) J. H. L. Vogt. *Problems in the geology of oredeposits.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng. Febr. 1901. pamphl. p. 40.

[5]) F. Pošepny. *Ueber die Genesis der Erzlagerstätten* 1895. S. 24.

im Sinne der Lehre von den Erzlagerstätten ist die Fläche oder, im Profil betrachtet, die Linie, bis zu welcher die nach der Tiefe verfallenden atmosphärischen Wasser ansteigen. Das hydrostatische Becken, das diese Wasser unterhalb dieser Linie füllen, wird in den meisten Fällen ein höchst verwickeltes und verzweigtes System von Spalten, Schichtfugen, Capillarräumen und Lücken zwischen den Bestandtheilen poröser Gesteine darstellen. Die Höhe der Grundwasserlinie wird abhängig sein von der Lage der Abflusswege des unterirdischen Wassers, sei es nach Punkten an der Erdoberfläche hin, sei es nach tieferen Wasseransammlungen zu, die vielleicht durch relativ undurchlässige Schichten von den oberen getrennt, erst auf Umwegen vom Wasser erreicht werden können. Im allgemeinen schmiegt sich die Grundwasserlinie der topographischen Profillinie bis zu einem gewissen Grade an, indem sie von den Flussthälern und der Meeresküste an, wo ihre Lage mit der Erdoberfläche beinahe zusammenfällt, mit dem ansteigenden Terrain ebenfalls ansteigt. In Gebirgen mit vielen weiten Hohlräumen, wie in hochgelegenen Kalksteinlandschaften, wo die atmosphärischen Wasser bis in grosse Tiefe den grossen unterirdischen Flüssen zueilen können, kann der Grundwasserspiegel bis über 500 m tief liegen, wie dies z. B. S. F. Emmons aus dem Tintic District in Utah berichtet[1]). Bei wissenschaftlichen Beschreibungen von Lagerstätten ist es erwünscht, möglichst genau die natürliche Lage des Grundwasserspiegels zu ermitteln, da die Kenntniss derselben in vieler Hinsicht von theoretischem und praktischem Werthe ist. Auch müssen etwaige Verschiebungen dieser Wasserlinie im Laufe geologischer Zeiträume berücksichtigt werden.

Der nun folgende Abschnitt von den chemischen Veränderungen über dem Grundwasserspiegel gilt nicht nur für die Erzgänge, sondern ganz allgemein für alle beliebigen Erzlagerstätten, da diese Veränderungen nicht von der Form und ursprünglichen Genesis, sondern lediglich von der chemischen Zusammensetzung der nicht veränderten Lagerstätten abhängig sind.

Im obersten Theile der Erdkruste, oberhalb des Grundwasserspiegels, zum Theil auch noch eine Strecke unterhalb desselben, erleiden die meisten Bestandtheile der Erzlagerstätten, wie das bereits an vielen Einzelfällen erwähnt werden musste, eine Umwandlung von Seiten der atmosphärischen Luft und der von der Oberfläche her nach der Tiefe sickernden Wasser, die Sauerstoff, Kohlensäure, organische Säuren,

[1]) Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr., 1900.

wohl auch Chlorammonium und Schwefelwasserstoff enthalten. Die entstehenden Neubildungen sind selbstverständlich so verschieden, wie die Zusammensetzung der noch nicht zersetzten Lagerstätte. Ganz im allgemeinen gesprochen werden die in den meisten Vorkommnissen vorwaltenden sulfidischen Erze hierbei ersetzt durch oxydische Erze verschiedener Art, durch Carbonate und Sulfate, ferner durch gediegene Metalle, Chlor-, Brom-, Jodverbindungen, Phosphate und Silicate. Da die verbreitetsten Endproducte der Zersetzung Braun- und Rotheisenstein sind und zwar auch dort, wo es sich nicht um eigentliche Eisenerzlagerstätten handelt, und da diese Neubildungen sich schon durch die rothbraune Färbung des Ausgehenden dem Beobachter leicht verrathen, pflegt man die oberste zersetzte Region einer Lagerstätte und besonders auch eines Ganges als „Eisernen Hut" zu bezeichnen. Auch die Franzosen sprechen vom „Chapeau de fer", während der englisch redende Bergmann diese Gebilde mit einem Cornwaller Ausdruck als „Gossan" benennt.

Die Eisenerze, besonders Brauneisenerz, bilden bei gemischt zusammengesetzten Gängen gleichsam das feste Skelett des Eisernen Hutes, um das herum die übrigen, meist weicheren oder leichter löslichen Neubildungen sich ansiedeln. Werden diese letzteren dann schliesslich auch noch weggeführt, so entsteht eine ganz charakteristische, poröse, zellige, oft schlackenähnliche Structur des Ausgehenden. Daher findet man Bezeichnungen, wie „burnt reefs" für derartige Ausstriche. Die Färbung ist in solchen Fällen eine schwärzliche, besonders wenn neben dem Brauneisenerz auch Psilomelan und andere Manganerze, wie so oft, Theil nehmen.

Da das so übrig bleibende Skelett, wenn wenig Quarz zugegen ist, von dem seitlichen Gebirgsdruck nahe unter der Erdoberfläche stark zusammengedrückt werden kann, findet man so häufig, dass die Erzgänge im Hut eine viel geringere Mächtigkeit besitzen, als unterhalb der Zersetzungszone und oft ein ganz unscheinbares Aeussere erhalten haben, wie man das z. B. bei den Gangausstrichen in den Eisenbahneinschnitten bei Freiberg beobachten kann.

Die röthliche Färbung ist nicht immer vorhanden. Wo in der Teufe sulfidische Kupfererze herrschen, nimmt der Eiserne Hut vielfach eine recht bunte und grelle Färbung an, und es entstanden so in der südamerikanisch-spanischen Bergmannssprache die Ausdrücke „Colorados", oder „Pacos" für die Erze unmittelbar am Ausgehenden, „Mulattos" für eine tiefere Zone, wo sich hauptsächlich Einfach-Schwefelverbindungen vorfinden, und endlich „Negrillos" für die

noch tiefer folgenden dunkelgefärbten Mehrfach-Schwefelverbindungen der normalen, unveränderten Erzkörper.

Mehr auf das metallurgische Verhalten der Erze beziehen sich die in Chile gebräuchlichen Ausdrücke Metales calidos, d. i. warme Erze für die Hutbildungen, weil sie bei Gegenwart von Eisen und einer geeigneten Lauge sich direct und unter Wärmeentwicklung mit Quecksilber amalgamiren, was die sulfidischen Metales frios, d. i. kalte Erze grösserer Teufe nicht thun.

Je reicher an Erzen die eigentlichen Lagerstätten sind, desto massenhafter erscheinen an der Oberfläche die Secundärproducte, desto stattlicher zeigt sich der Eiserne Hut, und ohne eine solche eisenreiche Zersetzungszone ausstreichende Klüfte lohnen selten die Mühen des Schürfers. So entstand das viel citirte Sprichwort:

Es thut kein Gang so gut,
Er hat nicht einen Eisern Hut;

oder, wie man in Cornwall sagt:

Gossan rides a high horse.

Sehr grossen Einfluss haben die klimatischen Bedingungen auf die Bildung des Eisernen Hutes. In regenarmen, trockenen Gegenden, wie in Südafrika, in der Wüste Atacama, im Great Basin von Nordamerika, im Inneren von Australien, wo die abspülende Thätigkeit des meteorischen Wassers eine geringe ist, wo die Zerstörung einer Lagerstätte weniger durch Regenwasser, als durch den schroffen Temperaturwechsel bei einer starken Besonnung und einer darauffolgenden bedeutenden Ausstrahlung, sowie durch die abräumende Arbeit des Windes sich vollzieht, der die schweren metallischen Theile zurücklässt, die leichteren Zersetzungsproducte fortführt, ist der Eiserne Hut ganz besonders erzreich. Die metallischen Verbindungen werden hier in hohem Grade concentrirt. Ganz ohne Regen sind ja auch diese Gegenden nicht, und wenn sie oft lange desselben völlig entbehren, erfreuen sie sich wenigstens einer Bethauung, sodass auch hier die Umwandlungen sich in der Hauptsache auf wässerigem Wege vollziehen. Während aber anderwärts die löslichen Neubildungen weggespült und den Bächen und Flüssen übergeben werden, verharren sie hier im Eisernen Hut oder dringen nur auf Spältchen und Klüftchen in das ebenfalls zersetzte Nebengestein ein, um dieses oft auch abbauwürdig zu machen. Dies gilt besonders für die neugebildeten gediegenen Metalle, vor allen für das Gold. Der mit wachsender Teufe, bis dort, wo die unzersetzte Zone erreicht ist, rasch abnehmende Gehalt der Golderzgänge ist bekannt. Auch sind die bergmännischen Aushiebe in

der Oxydationszone in der Regel viel weiter, als in grösserer Teufe, wo die starke secundäre Imprägnation des zerrütteten Nebengesteines verschwindet oder wenigstens bedeutend nachlässt[1]).

Eine andere Eigenthümlichkeit des Eisernen Hutes von Lagerstätten in trockenen Ländern ist der Reichthum an Haloidverbindungen der Metalle, besonders des Silbers. In solchen Landstrichen, besonders wenn sie zugleich abflusslose Gebiete darstellen, pflegt sich der Salzgehalt der bei der Zersetzung der verschiedensten Silicate entstandenen Lösungen in der obersten Bodenschicht bei der fortwährenden starken Verdunstung des Wassers zu concentriren. So sind die Grubenwasser der Goldbergwerke Westaustraliens vielfach brackisch. Eines von der Great Boulder Mine zu Kalgoorlie enthielt nach T. A. Rickard 9 % Kochsalz. Ganz allgemein finden wir, dass dieselben Länder, die in Einsenkungen sog. Salzpfannen enthalten, zugleich sich auszeichnen durch einen grossen Reichthum der Ausstriche ihrer edlen Erzlagerstätten an Chlor-, Brom- und Jodverbindungen.

Nach Van Hise[2]) ist auch von Bedeutung, dass in solchen trockenen Ländern der Grundwasserspiegel viel tiefer gelegen ist, als wie in feuchten. Die geringen Niederschläge vermögen daher sehr tief hinab zu sickern, ehe sie die den ursprünglichen Erzbestand einer Lagerstätte conservirenden Wassermassen antreffen, und können so auf einem sehr langen Wege gewisse Metalle concentriren, wie es weiter unten auseinander gesetzt werden wird. Da ferner in solchen Gegenden eine kräftige Erosion und Denudation fehlt, können diese Einflüsse sehr lange Zeit hindurch auf grosse verticale Abschnitte eines Lagers oder Ganges ausgeübt werden.

Das andere Extrem der Entwicklung des Eisernen Hutes sehen wir verkörpert in den Ländern der nördlichen Hemisphäre, die in der Diluvialzeit vergletschert waren. Hier hat das Gletschereis die Oxydationszone der Lagerstätten fast gänzlich hinweggepflügt, eine neue hat sich in nennenswerther Mächtigkeit noch nicht wieder bilden können, sodass man unmittelbar unter dem Rasen auf den normal zusammengesetzten Erzkörper stösst. Besonders die Ausstriche der schwedischen Magneteisenerzlager, die fast gar keine Brauneisensteindecke tragen, sowie der dortigen Blendelager ohne Hut von Galmei sind ein Beispiel hierfür.

---

[1]) J. R. Don. *The Genesis of Certain Auriferous Lodes.* Transact. Amer. Inst. of Min. Eng., 27. Bd., 1898, p. 564—668.

[2]) C. R. Van Hise. *Some Principles Controlling the Deposition of Ores.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 19.

Der Chemismus des Eisernen Hutes[1]) ist um so verwickelter, je mannigfaltiger die Zusammensetzung der ursprünglichen Lagerstätte ist.

Ueber diese Erscheinungen liegt eine sehr anregende Studie, auf die wir mehrfach zurück kommen werden, von S. H. Emmens[2]) vor.

Es mögen zunächst nur solche Neubildungen im Eisernen Hut betrachtet werden, für deren Zustandekommen ein Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt der Sickerwasser genügt. Auch das Wasser unterhalb des Grundwasserspiegels enthält noch etwas Sauerstoff, dessen Gehalt aber nach der Tiefe zu rasch abnimmt, wie Lepsius an Wasserproben in Bohrlöchern zeigen konnte[3]). Einzelne solche Vorgänge werden daher auch noch unterhalb des Eisernen Hutes möglich sein.

I. Neubildungen unter Mitwirkung von Sauerstoff und Kohlensäure.

Zunächst ist hierbei daran zu erinnern, dass die Erze in sehr verschiedenem Grade und somit auch verschieden schnell von dem Sauerstoff der Luft angegriffen werden, wie Laboratoriumsversuche uns belehren. Freilich wird die Reihenfolge hierbei in der Natur vielfach abgeändert werden müssen, weil auch die gegenseitige Verwachsungsart der Erze und Gangarten mit von Einfluss ist, und es namentlich auf die jeweilig freiliegende Oberfläche der einzelnen Substanzen ankommt. So werden die wichtigeren Sulfide nach S. H. Emmens in folgender Reihenfolge von der Zersetzung ergriffen:

1. Markasit.
2. Pyrit.
3. Magnetkies.
4. Kupferkies.
5. Buntkupferkies.
6. Nickelkies (Millerit).
7. Kupferglanz.
8. Bleiglanz.
9. Zinkblende.

Die leichte Zersetzbarkeit des Markasites an feuchter Luft ist Allen, die Erzstufen in Sammlungen zu conserviren haben, wohl bekannt.

Die ersten Endproducte der Verwitterung dieses Erzes, wie auch des Pyrites und Magnetkieses sind Eisenvitriol, saure Eisensulfate und Schwefelsäure. Jeder kennt sie an den Ausblühungen unserer

---

[1]) Anmerkung. Für diese und andere chemische Fragen der Lagerstättenlehre geben eine gute Einführung in die chemische Geologie: J. Roth. *Allgemeine und chemische Geologie.* 3. Bände. Berlin 1879—1893. — R. Brauns. *Chemische Mineralogie.* Leipzig 1896.

[2]) S. H. Emmens. *The chemistry of gossan.* Eng. and Min. Journal. 1892. p. 582—83.

[3]) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges., 18. Bd., S. 2487.

Gangstufen in den Museen und den zugehörigen zerfressenen Etiketten. Auch in den Grubenwässern sind sie vorhanden. Der Vitriol oxydirt sich aber in Lösungen rasch weiter zu verschiedenen Eisenoxydsulfaten, unter anderen auch dem neutralen. Man kann sich die Bildung nach folgender Formel denken:

$$2\,FeSO_4 + O + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + H_2O.$$

Das so entstandene neutrale schwefelsaure Eisenoxyd bildet entschieden den Hauptbestandtheil unserer Grubenwässer. (Siehe die weiter unten folgenden Grubenwasseranalysen). Auch kommt es bisweilen rein und unvermischt als syrupartige Substanz in den Grubenräumen vor, wie man z. B. im Jahre 1896 kleine Strömchen dieser an der offenen Luft rasch eintrocknenden Verbindung aus dem Bergeversatz in der Alten Mordgrube bei Freiberg konnte herausrinnen sehen. Bekannt ist sein Vorkommen zu Coquimbo in Chile. (Coquimbit).

S. H. Emmens schreibt dem neutralen Eisenoxydsulfat in wässeriger Lösung grosse Bedeutung zu bei der weiteren Zersetzung von Kiesmassen, deren Oxydation soeben zur Bildung von Monosulfiden geführt hat:

$$FeS + Fe_2(SO_4)_3 = 3\,FeSO_4 + S.$$

Der so entstehende Eisenvitriol reisst wiederum Sauerstoff aus der Luft an sich, wird wiederum theilweise zu neutralem schwefelsaurem Eisenoxyd und kann so wiederum Monosulfide in Angriff nehmen, bis schliesslich aller Markasit, Pyrit und Magnetkies zerstört sind. Diese Vorgänge verdienen eine experimentelle Nachprüfung und quantitativ-analytische Festlegung. Wir theilen diese Auffassung nur mit Reserve mit.

Betrachten wir jetzt das Schicksal des Kupferkieses. Empirisch $CuFeS_2$ zusammengesetzt, kann er auch $Cu_2Fe_2S_4$ und $Cu_2S \cdot Fe_2S_3$ geschrieben werden, da man berechtigt ist, ihn als Kupferoxydulsalz der Sulfoeisensäure $HFeS_2$ aufzufassen. Emmens zeigte, dass auch hier schwefelsaures Eisenoxyd seine zerstörende Rolle als Zuträger von Sauerstoff spielen kann, ebenso beim Buntkupferkies $3\,Cu_2S \cdot Fe_2S_3$ und bei einigen selteneren eisenhaltigen Sulfiden, wie Eisennickelkies. Die verbleibenden eisenfreien Sulfide dagegen werden von den in Folge der vorausgegangenen Zersetzungen noch an schwefelsaurem Eisenoxyd reichen Lösungen angegriffen:

$$Cu_2S + 2\,Fe_2(SO_4)_3 = 2\,CuSO_4 + 4\,FeSO_4 + S$$
$$PbS + Fe_2(SO_4)_3 = PbSO_4 + 2\,FeSO_4 + S$$
$$ZnS + Fe_2(SO_4)_3 = ZnSO_4 + 2\,FeSO_4 + S$$

Wie aber auch die Vorgänge sich abspielen mögen, immer sind die Endproducte Vitriole, die meist in Lösung hinweggeführt werden, zu-

weilen aber auch sich ausscheiden, und Schwefel. Hier soll erinnert werden an die bedeutenden Mengen von Anglesit (Bleivitriol), die zu Leadville und zu Tarapaca im Eisernen Hut von Bleiglanzlagerstätten vorkamen, und an die schönen Krystalle von Anglesit von Monte Poni auf Sardinien. Wird auch der gebildete Schwefel gewöhnlich sofort wieder zu SO_2 und H_2SO_4 weiter oxydirt, so dauert er doch manchmal im Eisernen Hut aus und findet sich dann neben Carbonaten und Sulfaten des Bleies u. s. w. wie zu Leadville und Monte Poni (auf Anglesit). Auch in den cubischen Hohlformen an der Stelle aufgelöster Pyrite in Goldquarzgängen kommt zuweilen etwas krümeliger Schwefel neben gediegen Gold (Westaustralien) vor.

Eine locale Aufspeicherung von Sulfaten wird namentlich durch trockene Klimate begünstigt. Selbst das leicht lösliche Kupfersulfat kann dann bisweilen persistiren, ja in einem vereinzelten Falle kennt man sogar eine daran reiche, bauwürdige Lagerstätte, deren kurze Schilderung nach H. Oehmichen[1]) hier eingeschaltet werden möge:

Bei Copaquire im Thale von Huatacondo, etwa 70 km östlich von Challacollo im nördlichsten Chile, werden die stark gefalteten und aufgerichteten mesozoischen Sedimente in der jenseits der Schuttmassen der Pampa Tamarugal aufsteigenden Kordillere von einem granitähnlichen Gestein durchsetzt (Granit oder Nevadit). Nahe am Contact mit den Sedimenten ist dieses in bedeutender Erstreckung und Mächtigkeit mit blauem Kupfersulfat durchtrümert und imprägnirt, dem in geringerer Menge Malachit, Azurit und Kieselkupfer, ferner Pyrit, Brauneisenerz und Gyps beigesellt sind. Von primären Kupfererzen hat sich bis jetzt nur selten etwas Kupferkies nachweisen lassen. Erwähnenswerth ist das vereinzelte Vorkommen von Molybdänglanz auf Kluftflächen mit Kupfersalzen. Das granitische Gestein ist im Bereich der Imprägnation stark zersetzt. Der Kupfergehalt der Lagerstätte, die durch eine blosse Laugung mit Wasser gewonnen werden soll, ist zu 2,5—3% festgestellt worden.

Ein grosser Theil der Vitriole wird weiter oxydirt, der Eisenvitriol unter Bildung von Brauneisenstein;

$$12\ FeSO_4 + 6\ O + 6\ H_2O = 4\ Fe_2(SO_4)_3 + 2\ Fe_2(OH)_6.$$

Ausser dem Sauerstoff ist aber auch die Kohlensäure der von oben her eindringenden Sickerwasser thätig. Sehen wir, in welcher Weise: Da die meisten Gänge Kalkspath oder andere Carbonspäthe enthalten, werden diese von dem CO_2-haltigen Wasser gelöst. Beim Zusammentreffen solcher Lösungen mit Ferrisulfaten entstehen Reactionen, wie folgt:

$$Fe_2O_3(SO_3)_2 + 2\ CaCO_3 = 2\ CaSO_4 + Fe_2O_3 + 2\ CO_2.$$

[1]) H. Oehmichen. *Eine Excursion zur Kupfersulfat-Lagerstätte von Copaquire.* Z. f. pr. G., 1902, S. 147—151.

Es finden sich darum in den Zersetzungszonen nicht selten Gyps und Rotheisenerz. Etwas abweichend verläuft der Vorgang, wenn das Carbonat auf Blei- oder Zinkvitriol trifft:

$$PbSO_4 + CaCO_3 = PbCO_3 + CaSO_4.$$

Also neben dem Gyps erscheint der Cerussit oder analog der Zinkspath. Beide werden sofort auskrystallisiren, wenn ihre Lösungen auf kohlensauren Kalk stossen, der ja leichter löslich ist, als die Carbonate des Bleies und Zinkes. Die Cerussitausscheidung ist in manchen alten Grubenbauten noch in der Bildung begriffen. So sah man nach A. von Groddeck[1]) an den Stössen des Elisabethstollns am Bleiberge bei Commern, als dieser nach 100-jähriger Ruhe wieder aufgemacht wurde, fingerdicke Ueberzüge dieses Minerales.

In ganz analoger Weise kommt es im Eisernen Hut zur Ausscheidung der Carbonate des Zinks (Smithsonit) und des Kupfers (Malachit und Azurit). Neben den letztgenannten zeigt sich gewöhnlich auch Melaconit, ein erdiges Kupferoxyd von schwärzlicher Farbe, sowie Cuprit (Kupferoxydul, Rothkupfererz). Man kann der Bildung des Cuprits folgendes Schema zu Grunde legen:

$$2\,CuSO_4 + 2\,FeSO_4 + H_2O = Cu_2O + Fe_2(SO_4)_3 + H_2SO_4.$$

Zuweilen erscheint das Rothkupfererz in grösseren nierigen Massen, wie auf der Grube Luisa bei Illapel in Chile. Gerade diese grell gefärbten secundären Kupfererze sind es, die in Chile und anderwärts in Südamerika die Bezeichnung der „Metales di color" für die Erze des Eisernen Hutes der dortigen Silber-Kupfererzgänge veranlasst haben.

Die nach obiger Formel gebildete Schwefelsäure wird bei Anwesenheit von Carbonaten sofort gebunden, bei Gegenwart von Calcit z. B. als Gyps festgelegt werden. Bleibt sie frei, so kann durch ihre Einwirkung aus dem Cuprit weiterhin gediegen Kupfer hervorgehen, wie auch Pseudomorphosen von gediegen Kupfer nach Cuprit bezeugen:

$$Cu_2O + H_2SO_4 = CuSO_4 + Cu + H_2O.$$

Es genügt auch schon hierzu die Einwirkung von schwefelsaurem Eisenoxydul:

$$3\,Cu_2O + 2\,FeSO_4 = 4\,Cu + Fe_2O_3 + 2\,CuSO_4.$$

In anderen Fällen entsteht das gediegen Kupfer dagegen durch Reduction aus Sulfaten vermittelst organischer Substanzen, die in Fäulniss oder Verkohlung begriffen sind. So fand man gediegen Kupfer auf der Zimmerung eines aus der Römerzeit herrührenden Stollns im

[1]) A. von Groddeck. *Lehre von den Erzlagerstätten.* S. 288.

Rio Tintogebiet, auf altem Grubenholz der Kupfergrube auf Kawan Island[1]), Neu-Seeland u. a. O.

Bei Zink, Nickel, Kobalt u. a. sind ähnliche Reactionen wie die angeführten chemisch nicht denkbar. Wir kennen darum auch die betreffenden Metalle in der Natur nicht im gediegenen Zustand.

Auch für die Bildung des gediegen Blei, wie dessen grosse Seltenheit lehrt, scheinen im Eisernen Hut nur ganz ausnahmsweise günstige Bedingungen zu bestehen. Emmens hält es für möglich, dass erst Bleisuboxyd (Pb_2O) sich bildet und dieses durch Schwefelsäure in Pb und $PbSO_4$ zerlegt wird, denkt aber auch an eine Desoxydation durch Arsenigsäureanhydrid. Merkwürdig ist das Zusammenvorkommen des gediegen Bleis mit Manganerzen (siehe S. 113).

Sehr verschiedenartig sind die Wege, welche die Natur bei der Bildung von gediegen Silber einschlagen kann, das wir so häufig im Hute finden, aber auch in tieferen Regionen oft sichtlich als ein secundäres Product antreffen. Im Eisernen Hut kann gediegen Silber nach folgender Formel entstehen:

$$Ag_2SO_4 + 2\,FeSO_4 = 2\,Ag + Fe_2(SO_4)_3.$$

Oder aber die Ausscheidung erfolgt aus Lösungen mittelst reducirender organischer Substanzen, seien sie nun dem Nebengestein von Haus aus eigenthümlich oder erst secundär von oben her zugeführt. Dass solche Reductionserscheinungen wirklich vorkommen, beweisen u. a. die Abdrücke von Palaeoniscus im Mansfelder Kupferschiefer, von denen seltene Exemplare mit silberplattirten Schuppen bekannt sind, während ja für gewöhnlich sulfidische Erze auf dem Schuppenkleid dieser Fische sich ausgeschieden haben.

Bei unseren Freiberger Gängen ist sehr häufig gediegen Silber zwischen den Schieferungsflächen des anstossenden zersetzten Gneisses ausgeschieden, sodass also das Nebengestein bei den Reactionen betheiligt zu sein scheint, vielleicht mittelst seiner Eisenoxydulverbindungen.

In grösseren Tiefen ist sehr gewöhnlich die secundäre Entstehung von gediegen Silber aus Silberglanz zu beobachten, wie das namentlich von G. Bischof ausführlich beschrieben worden ist[2]). Umgekehrt freilich ist bisweilen das gediegen Silber wiederum in Silberglanz umgewandelt. Seltener ist die Reduction zu gediegen Silber an Rothgiltigerz und anderen edlen Silbererzen zu beobachten. J. H. Vogt[3])

[1]) Z. f. pr. G., 1901, S. 37 (W. H. Baker) und S. 367.

[2]) G. Bischof. *Chemische und Phys. Geologie.* III. Bd. 1866. S. 851—857.

[3]) Weitere Litteratur bei J. H. Vogt. *Ueber die Bildung des gediegen Silbers etc.* Z. f. pr. G., 1899, S. 113.

hat viele Exemplare von **Kongsberg** abgebildet, bei denen man das gediegene Metall auf Krystallen von Silberglanz und Rothgiltig in zahn-, draht- und moosartigen Aggregaten gerade wie herausgewachsen aufsitzen sieht, wie solche auch anderwärts nicht selten sind. Als Erklärung für den Vorgang wies G. **Bischof** auf Experimente hin, bei denen gediegen Silber entsteht, wenn man erhitzte Wasserdämpfe oder heisse Luft über Schwefelsilber leitet [1]).

Die Reaction erfolgt hierbei nach folgendem Schema:

$$4\,Ag_2S + 4\,H_2O = 8\,Ag + H_2SO_4 + 3\,H_2S.$$

Zuweilen allerdings sieht man einen grossen Silberzahn auf einem relativ so kleinen Glaserzkryställchen aufsitzen und zwar ohne bemerkenswerthen Masseverlust rings um die Anwachsstelle, dass in solchem Falle diese Erklärung nicht zuzutreffen scheint.

Endlich ist daran zu erinnern, dass gediegen Silber durch Kupferkies und andere sulfidische Erze aus Lösungen von schwefelsaurem Silberoxyd ausgefällt werden kann.

Kehren wir von dieser Abschweifung zu Vorgängen in unteren Gangregionen zum Hut zurück und betrachten das Vorkommen des **Gediegen Goldes** in demselben, das auch in solchen Golderzlagerstätten nicht vermisst zu werden pflegt, in denen die tieferen Zonen kein sichtbares Freigold enthalten. Dass dies Freigold des Hutes in den meisten Fällen aus zersetzten goldhaltigen Eisenkiesen und anderen Sulfiden herrührt, ist zweifellos. Schwieriger ist die Beantwortung der Frage, ob das Gold in den Kiesen mechanisch eingeschlossen oder chemisch gebunden war. Wahrscheinlich kommen beide Fälle in der Natur vor. Mitunter scheint der letztere schon durch die Vertheilung des Freigoldes angezeigt. So beschrieb W. **Mietzschke** [2]) zu Brauneisenerz umgewandelte Körner und Krystalle von Eisenkies mit Einschlüssen von gediegen Gold. Hatten diese Limonitpseudomorphosen die Form regelmässiger Krystalle, so war der Goldgehalt als ein einziges Körnchen in der Mitte derselben ausgeschieden. Hatte der ursprüngliche Eisenkies jedoch nur sehr unregelmässige Individuen gebildet, dann war es dem ehemals gleichmässig vertheilten Golde während der Umwandlung des Kieses nicht möglich gewesen, das Centrum dieses Raumes von allen Seiten her zu gewinnen, und es hatten sich an zwei

---

[1]) G. Bischof. *Chemische und Phys. Geologie.* III. Bd. 1866. S. 851—857.

[2]) W. Mietzschke. *Ueber das Verhalten des Goldes in Pyriten bei deren Verwitterung.* B. u. H. Z., 1896, S. 193.

oder drei passenden Sammelpunkten Goldkörnchen ausscheiden müssen. Dass überhaupt ein Theil des Goldes bei der Zersetzung der Erze in Lösung geht, dafür spricht schon der Nachweis dieses Metalles in den Stollnwässern australischer Goldbergwerke. Das eigentliche Lösungsmittel stellt wohl das schwefelsaure Eisenoxyd in wässeriger Lösung dar.

Ueber die Anreicherung des Goldes im Eisernen Hut wurde schon weiter oben gesprochen.

Sind im normalen Gange gediegen Arsen, Arsenkies oder andere arsenhaltige Erze vorhanden, so entstehen im Eisernen Hut arsensaure Salze, wie die Arsenblüthe oder bei Gegenwart von kalkhaltigen Wässern der Pharmakolith (wasserh. arsensaurer Kalk), auch häufig Pittizit oder Arseneisensinter, ein porodines, anfangs syrupartig flüssiges Product. Auch das Auripigment und Realgar von Oravicza im Banat und von Allchar in Macedonien dürften als eine secundäre Bildung des Eisernen Hutes zu betrachten sein.

Speiskobalt ($CoAs_2$) und andere Kobalterze geben Veranlassung zum Ausblühen von Kobaltblüthe (wasserhaltiges arsensaures Kobaltoxyd), deren schöne Krystallgruppen namentlich von Schneeberg im Erzgebirge bekannt sind.

Nickelerze, wie Chloanthit ($NiAs_2$) liefern Nickelblüthe (wasserhaltiges arsensaures Nickeloxyd). Dabei wird immer etwas freie Arsensäure entstehen, die wiederum auf Braunspath und Kalkspath wirkend die Ausscheidung von Pharmakolith, von Haidingerit ($HCaAsO_4 \cdot H_2O$), von Wapplerit ($2\,H(Ca, Mg)AsO_4 \cdot 7\,H_2O$), von Roselith, einer Kobaltoxydul enthaltenden ähnlichen Verbindung, veranlassen kann.

In ähnlicher Weise können bei Gegenwart von Zn-, Cu- oder Fe-Mineralien wasserhaltige Zink-, Kupfer- und Eisenarseniate sich bilden, bei Gegenwart von Mn die Fülle der von Hj. Sjögren beschriebenen wasserhaltigen Manganarseniate[1]).

Waren in der ursprünglichen Lagerstätte Antimonglanz oder andere antimonhaltige Erze zugegen, so erscheinen im Hut Antimonblende und Senarmontit, häufiger Valentinit, Stiblith und Antimonocker, wobei gewöhnlich etwas gediegen Schwefel sich ausscheidet. Bei Gegenwart von Bleierzen können auch antimonsaure Bleioxyde entstehen, wie auf mehreren Gängen in Chile.

---

[1]) G. Brauns. *Chem. Mineralogie.* 1896. S. 370.

II. Neubildungen bei Gegenwart von Chlor-, Brom- und Jodverbindungen im Sickerwasser.

Der in den meisten in den oberen Erdschichten circulirenden Wassern wenigstens in geringen Mengen nachweisbare Gehalt an Chlorüren führt bei den chemischen Umsetzungen im Eisernen Hut von Silbererzgängen zur Entstehung von Chlorsilber (Silberhornerz). Man kann sich den Vorgang nach der Formel denken:

$$Ag_2SO_4 + 2\,NaCl = 2\,AgCl + Na_2SO_4.$$

Dies ist um so wahrscheinlicher, als nach G. Bischof[1]) manche Silberhornerzanalysen etwas Schwefelsäure angeben. Den eigentlichen Ausgangspunkt können Silberglanz und andere edle sulfidische Silbererze, gediegen Silber, silberhaltige Bleiglanze u. s. w. bilden. Auch Kunstproducte können Silberhornerz liefern. G. Bischof führt ältere Berichte an, wonach das gemünzte Silber untergegangener Schiffe sich mit einer Kruste von Chlorsilber umzogen hatte, und citirt Pallas, der im salzigen Erdreich Sibiriens alte tatarische Silbermünzen mit einer Silberhornerzhaut auffand. Nach A. Schertel[2]) zeigten römische Silbergefässe des Hildesheimer Fundes vom Jahre 1868 eine äussere Kruste von Chlorsilber ($AgCl$), darunter eine Lage von Halbchlorsilber (Ag_2Cl). Zwischen der letzteren und dem noch nicht angegriffenen Metall hatten sich Goldpartikel concentrirt, da das Silber der Gefässe 2,7 % Gold enthielt.

Da man in der Natur so häufig neben dem Silberhornerz das gediegen Silber findet, ist es möglich, dass das erstere sich vielfach aus dem letzteren gebildet hat.

Das Silberhornerz formt sich zuweilen in Gestalt von Concretionen, Hornsilbergraupen, die sich aus dem Zusammenhang lösen können. So fand man im Apollyon Thal und bei Turnamoota im Barriergebirge von N.-S.-Wales auf der Erdoberfläche nahe am Ausgehenden von Silbererzgängen bis mehrere Pfund schwere solche Concretionen, die nach C. Watt 72,23 % Chlorsilber enthielten.

Bei Gegenwart von Jodiden und Bromiden von Alkalien in den Sickerwassern entstehen auch Jodit (AgJ), Embolit $Ag(Cl, Br)$ und der seltenere Bromit ($AgBr$) im Hut.

Alle diese Verbindungen des Silbers mit den Halogenen, sowie auch das gediegen Silber haben mitunter nachweisbar im Ausgehenden der

[1]) G. Bischof. *Geologie.* 1866. III. S. 808.

[2]) A. Schertel. *Chemische Veränderungen am Hildesheimer Silberfunde,* Journ. f. prakt. Chemie, 1871, Bd. 3, S. 317.

Lagerstätten eine niederwärts gerichtete Wanderung vollzogen und sich weiter unten stark concentrirt. So stiess man zu Brokenhill innerhalb des oben ganz sterilen Eisernen Hutes erst in etwa 30 m Tiefe auf die berühmten, ungemein reichen, secundären Silbererzhorizonte dieser Grube. Auch die silberreichen, direct amalgamirbaren Pacoserze der bolivianischen Lagerstätten stellen sich erst in den tieferen Zonen des Hutes ein unmittelbar über den Negrillos (siehe oben).

Nach F. A. Moesta[1]) lässt sich bei den chilenischen Silbererzgängen eine gewisse Reihenfolge der Hornerze im Eisernen Hute erkennen, indem zuoberst das Chlorsilber, darunter jodhaltiges Chlorbromsilber und noch weiter abwärts das reine Jodsilber vorwaltet. Unter der Zone der Hornerze erscheinen gediegen Silber, sowie Silberglanz, Polybasit und Rothgiltig.

In ähnlicher Weise wie bei den Hornerzen erklärt sich das Vorkommen von mehreren anderen, chemisch verwandten Verbindungen in den obersten Gangregionen, wie des Atacamites ($CuCl_2 . 3 CuO_2H_2$), des Quecksilberhornerzes ($HgCl$), des Hornbleies oder Phosgenites ($Pb_2Cl_2CO_3$), sowie des Percylithes ($PbCl[OH] \cdot CuCl[OH]$) u. a.

In gewissen Fällen scheint es erwiesen, dass derartige Chlorverbindungen unter der directen Einwirkung von Meerwasser auf Erzausstriche entstehen konnten. So erwähnt z. B. R. Brauns[2]) die Bildung von Laurionit [$PbCl(OH)$] und Fiedlerit (eines complicirt zusammengesetzten Bleioxychlorides) durch Einwirkung von Seewasser auf die 2000 Jahre alten Bleischlacken von Laurion. F. A. Moesta[3]) geht soweit, zu glauben, die reichen Hornerze von Chañarcillo und anderen chilenischen Lagerstätten seien durch den Salzgehalt des einst über den Gangausstrichen stehenden Meeres hervorgerufen worden. Auch andere Autoren haben sich so oder ähnlich geäussert und mindestens salzreiche marine Sedimente aus früherer Zeit in der Nachbarschaft solcher Fundpunkte angenommen oder haben, wie C. Ochsenius[4]) geglaubt, dass abfliessende Mutterlaugen aus gehobenen Salzlagunen von oben her in die Erzlagerstätten eingedrungen seien. Für einzelne Fälle mag dies ja zutreffen. F. Sandberger[5]) suchte diese Hypothese namentlich auch

[1]) F. A. Moesta. *Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverb. des Silbers.* Marburg 1870.

[2]) R. Brauns. *Chemische Mineralogie.* Leipzig 1896. S. 367.

[3]) a. a. O.

[4]) C. Ochsenius. *Die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen.* Stuttgart 1887. S. 51 ff.

[5]) N. Jahrb. f. Min., 1874, S. 174.

durch den Hinweis auf den Huantajayit (AgCl + 20 NaCl) zu begründen, der sich mit Chlorsilber, Chlorbromsilber und Atacamit in der Grube San Simon im Cerro von Huantajaya in Peru fand.

Demgegenüber muss daran erinnert werden, dass nicht unbeträchtliche Mengen von Hornerzen gelegentlich auch in unseren mitteldeutschen Gebirgen gefunden worden sind. Bei Annaberg im sächsischen Erzgebirge z. B. ist im 16. Jahrhundert in der Grube Himmlisch Heer Silberhornerz in so grossen, reinen und milden Massen vorgekommen, dass Bilder daraus geschnitzt worden sein sollen, da es sich schneiden liess „wie Seife". Nach aktenmässigen Nachrichten wurden reine Proben davon, angeblich 20 Pfund schwer, in die Dresdner Naturalien-Kammer eingeliefert[1]). Von weiteren erzgebirgischen Funden dieser Art berichtet A. Frenzel[2]): Bei Johanngeorgenstadt auf den Gruben Gotthelf Schaller, Neu Leipziger Glück, Katharina, Gabe Gottes und Neujahrs Maassen u. a. sind faustgrosse Partien gefunden worden. Das Dresdner Museum besass zu Klaproth's Zeit eine kinderkopfgrosse Partie von Gotthelf Schaller Fdg. Auch hier wurden Schnitzwerke daraus verfertigt. Noch 1854 wurde Silberhornerz in derben Partien auf Segen Gottes zu Gersdorf und noch Ende der 70er Jahre in den seit 1550 ersoffenen Bauen der ehemals so silberreichen Grube Sct. Georg zu Schneeberg angetroffen[3]). Bei Gottes Geschick am Graul unweit Schwarzenberg kam, freilich höchst selten, auch Embolit vor.

Da nun aber im Erzgebirge weder von einer Seebedeckung, noch von einem Ablaufen ausbrechender Mutterlaugen die Rede sein kann, scheint uns, vielleicht wenige Einzelfälle ausgenommen, die oben ausgeführte Theorie auch für die anderen Hornerzvorkommnisse nicht anwendbar. Wenn in der That darin eine gewisse Gesetzmässigkeit bestehen sollte, wie es den Anschein hat, dass je trockener ein Land ist, desto reichere Hornerzanbrüche in den Hutbildungen der Erzgänge sich finden, so dürften wohl allein das heisse Klima und die Abflusslosigkeit solcher Gegenden in den oberen Bodenschichten die bei der Verwitterung von Gesteinen in nur sehr kleinen Mengen entstehenden haloidischen Verbindungen concentriren. Auch eine Verwehung von salinischem Staub durch den Wind von der Küste oder von Salzseen her kann dabei mitwirken.

---

[1]) H. Müller. *Das Annaberger Bergrevier.* Leipzig 1894. S. 92.

[2]) A. Frenzel. *Mineral. Lexikon für das Königreich Sachsen.* Leipzig 1874. S. 167.

[3]) M. Websky. *Silberhornerz im Sct. Georgs Schacht zu Schneeberg* (Notiz). Z. d. D. G. G. 1881, Bd. 33, S. 703.

Dass hierbei die in der Natur doch sonst relativ so viel selteneren Jod- und Bromverbindungen der Metalle stellenweise neben den Chlorverbindungen in ziemlicher Menge vorkommen, ist von B. Kosmann[1]) mit Recht durch die schwerere Löslichkeit der ersteren erklärt worden. Die geringen Mengen von Alkalijodiden und -bromiden im Sickerwasser wurden bei der Reaction auf die Erzmassen immer zuerst als Haloidmetalle gebunden, dann erst kamen die Alkalichloride an die Reihe. Die Reihenfolge der Hornerzzonen, wie wir sie oben nach Moesta citirten, will damit freilich nicht harmoniren.

Eine gründliche, Geologie und Chemie in gleicher Weise berücksichtigende Untersuchung der Frage nach der Entstehung der Hornerze ist jedenfalls eine wissenschaftlich sehr lohnende Aufgabe, die immer noch der Lösung harrt.

Für die Umbildungen im Hute von Golderzgängen ist das Auftreten von Chlorverbindungen im Sickerwasser ebenfalls nicht belanglos. Da bei der Zersetzung der Kiese, wie oben gezeigt wurde, Schwefelsäure entsteht, und da ferner Psilomelan in den Hutbildungen häufig ist, sind die Bedingungen zur Entstehung von Chlor als kräftigsten Lösungsmittels des Goldes gegeben. Die Lösungen können durch unzersetzte Pyrite wieder ausgefällt werden, wodurch besonders goldreiche Zonen an der Grenze der oxydischen und sulfidischen Gangregion sich herausbilden können. Percy legte die Möglichkeit dieser Vorgänge durch Experimente dar[2]).

III. Neubildungen bei Gegenwart von Phosphorsäure.

Der eigentliche Spender der Phosphorsäure im Eisernen Hut ist wohl in den meisten Fällen der Apatit des Nebengesteins. Durch Auslaugung mittelst CO_2-haltigen Wassers liefert er zunächst eine Lösung von $Ca_3(PO_4)_2$, die dann weiterhin beim Zusammentreffen mit Vitriolen neben Gyps die betreffenden Metallphosphate zur Ausscheidung bringt. Auch kann die Phosphorsäure verwesender animalischer Substanzen den Ausgangspunkt bilden. In beiden Fällen können im Eisernen Hut Pyromorphit, Liebethenit, Phosphorochalcit, Hopëit, Kakoxen, Strengit, Kraurit und Eleonorit entstehen.

IV. Neubildungen unter Betheiligung von Kieselsäure.

Durch Zersetzung der Feldspäthe des Nebengesteins und ähnliche Vorgänge wird Kieselsäure frei, die sich als Quarz, Chalcedon, Hornstein

[1]) B. Kosmann. *Ueber die Bildung haloïdischer Erze.* Leopoldina XXX. 1894. S. 1.

[2]) T. A. Rickard. *The Formation of Bonanzas in the Upper Portions of Gold-Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. Febr. 1901.

oder Opal neu ausscheiden kann oder wohl auch mit Metallen Verbindungen eingeht. Sehr verbreitet ist namentlich im Hut kupferhaltiger Gänge das Chrysokoll oder Kieselkupfer ($CuSiO_3 \cdot 2H_2O$). Erwähnt sei auch das Kieselzink vieler Blendelagerstätten. Ein selteneres Vorkommen im Blauen Stolln bei Zuckmantel in Schlesien ist der blaue Allophan ($Al_2SiO_5 + Cu_2O + H_2O$), der aus der Zersetzung kupferhaltiger Kiese herrührt. Einschlüsse feldspathreichen Nebengesteines in den Erzlagerstätten sind im Hut oft ganz in Kaolin umgewandelt, der stark mit Chlorsilber imprägnirt sein kann, wie zu Brokenhill.

V. Wegführung gelöster Substanzen.

Dass alle die erwähnten Zersetzungsprocesse im Ausgehenden der Erzgänge im steten Fortgang begriffen sind, und dass ein sehr grosser Theil der Neubildungen nicht zur Ausscheidung im Hute selbst gelangt, sondern in wässeriger Lösung fortgeführt wird, das beweisen die Analysen von Grubenwässern, deren wir einige zum Beispiel hier anführen [1]).

Die folgenden Analysen I. von A. Frenzel beziehen sich a) auf ein Grubenwasser vom Rothschönberger Stolln bei Freiberg, das im Jahre 1877 auf dem Komm Sieg mit Freuden Spatgang hervorbrach, b) auf ein zweites von ebendort, das auf dem Hilfe des Herrn Stehenden Gang quoll, c) auf ein drittes in demselben Stolln, das auf einem unbenannten Gang austrat.

Die betreffenden Wässer enthielten in je 1 Liter:

	a.	b.	c.
Schwefelsäure . . .	0,2334	0,2224	0,2159 Gramm,
Kieselsäure	0,0088	0,0080	0,0021 „
Thonerde	0,0028	0,0007	0,0028 „
Eisenoxyd	0,0067	0,0090	0,0068 „
Manganoxyd . . .	0,0027	0,0059	0,0083 „
Zinkoxyd	0,0235	0,0059	0,0035 „
Kobalt- und Nickeloxydul . . .	Spur	Spur	Spur
Chlor	Spur	Spur	Spur
Kalkerde	0,1485	0,1014	0,1270 „
Magnesia	0,0284	0,0247	0,0217 „
Unlöslicher Rückstand	0,0175	0,0158	0,0210 „
in Sa.	0,4723	0,3938	0,4091 Gramm.

[1]) Aus H. Müller. *Beiträge zur Kenntniss der Mineralquellen und Stollnwässer Freiberger Gruben.* Jahrb. f. d. B. u. H. im Königr. Sachsen. 1885.

II. Chemische Zusammensetzung des auf dem Rothschönberger Stolln bei dessen Mundloche im Triebischthale in der Menge von durchschnittlich 500 Liter pro Sekunde abfliessenden Grubenwassers, nach einer von A. Frenzel im Jahre 1883 ausgeführten Analyse.

In 1 Liter waren enthalten:

Kalkerde . .	65,0	Milligramm,
Magnesia . .	24,9	„
Eisenoxyd .	9,5	„
Zinkoxyd . .	11,1	„
Chlor . . .	12,4	„
Kieselsäure .	18,0	„
Schwefelsäure	104,0	„
in Sa.	244,9	Milligramm.

Das in diesem Wasser aus den Gruben bei Freiberg unter andern abgeführte Zinkoxyd beträgt sonach durchschnittlich täglich 479,520 Kilogramm oder jährlich 175024,80 Kilogramm.

Interessant ist ferner auch die von H. Schulze ausgeführte Analyse des schwarzen, mulmigen, 1 cm starken Ueberzuges, mit dem sich im Jahre 1882 die Ulmen der seit 1747 unter Wasser gesetzten alten Grubenbaue bei Beihilfe Erbstolln auf dem Halsbrücker Spatgange bedeckt zeigten. Diese demnach 135 Jahre alten Mulmkrusten hatten nach H. Schulze die folgende Zusammensetzung:

Manganoxydul	44,78	Proc.
Sauerstoff	8,43	„
Eisenoxyd	7,78	„
Kobaltoxyd	1,36	„
Zinkoxyd	6,08	„
Cadmiumoxyd	0,19	„
Bleioxyd	3,45	„
Kupferoxyd	3,20	„
Schwefelsäure	0,82	„
Wasser	19,84	„
In Säuren unlöslicher Rückstand	3,55	„
	99,48	Proc.

Der unlösliche Rückstand bestand aus Glimmerblättchen und Quarzsplitterchen aus dem Nebengestein, dem gewöhnlichen Freiberger Gneiss.

Ueber die Möglichkeit, dass auch Gold bei den Zersetzungen im Eisernen Hut in Lösung geht, vergleiche man ausser S. 379 auch das weiter unten im Abschnitt über Goldseifen Gesagte.

Die Zone der reichen Sulfide direkt unter dem Grundwasserspiegel.

Van Hise[1]) trennt bei den Erzlagerstätten folgende Zonen von einander ab:

1. über dem Grundwasserspiegel eine Zone von hauptsächlich Oxyden, Carbonaten, Chloriden u. a., die auch reiche secundäre Sulfide führen kann;

2. eine Uebergangszone dicht über und dicht unter dem Grundwasserspiegel von Silber, charakterisirt durch reiche Sulfide, von Silber, Kupfer, Blei und Zink, nur untergeordnet mit oxydischen Erzen;

3. die eigentliche Tiefenzone der normalen ärmeren Sulfide.

Die ärmeren Sulfide von 3. werden in reichere Sulfide von 2. umgewandelt, indem sie mit von oben her in Lösung zugeführten oxydischen Verbindungen Reactionen eingehen.

Diese Reactionen können sehr verschiedenartig verlaufen. Am häufigsten dürften sie nach folgenden Schemen sich vollziehen:

$$6\,CuS + 2\,Cu_2O = 5\,Cu_2S + SO_2$$
$$6\,CuS + 2\,Cu_2SO_4 + 3\,H_2O = 5\,Cu_2S + 2\,H_2SO_4 + H_2SO_3.$$

Aber es kann auch in den unteren Zonen des Hutes eine Vermehrung der von Haus aus vorhandenen ärmeren Sulfide stattfinden durch Reactionen im absteigenden Wasserstrom nach folgendem Schema:

$$PbSO_4 + FeS = PbS + FeSO_4$$
$$PbCO_3 + FeS = PbS + FeCO_3$$

oder

$$PbSO_4 + FeS_2 + 2\,O = PbS + FeSO_4 + SO_2$$
$$PbCO_3 + FeS_2 + 3\,O = PbS + FeSO_4 + CO_2$$

oder

$$PbSO_4 + ZnS = PbS + ZnSO_4$$
$$PbCO_3 + ZnS = PbS + ZnCO_3.$$

Es ist also eine Regeneration des in den obersten Gangregionen zersetzten Bleiglanzes in etwas grösserer Teufe durch den absteigenden Wasserstrom bewirkt worden.

Da in der Zinkblende der Schwefel weniger fest gebunden ist, als im Bleiglanz, wird eine ähnliche Regeneration der Blende nur dort erfolgen können, wo Bleiglanz fehlt.

Sie geschieht alsdann nach dem Schema:

$$ZnSO_4 + FeS_2 + 2\,O = ZnS + FeSO_4 + SO_2$$
$$ZnCO_3 + FeS_2 + 2\,O = ZnS + FeCO_3 + SO_2.$$

---

[1]) C. R. Van Hise. *Some Principles Controlling the Deposition of Ores.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

Blow hat derartige Fälle von den Erzkörpern von Iron Hill bei Leadville beschrieben. (Trans. Am. Inst. Min. Eng., 18. Bd., p. 172.)

Auch eine Regeneration von Kupferkies oder unter Umständen erstmalige Ausscheidung reicherer Kupfersulfide kann auf kupferhaltigen Kieslagerstätten durch solche von oben her kommende Lösungen verursacht werden:

$$CuSO_4 + 2\,FeS_2 + 4\,O = \underset{\text{(Kupferkies)}}{CuFeS_2} + FeSO_4 + 2\,SO_2$$

$$Cu_2SO_4 + CuSO_4 + 3\,FeS_2 + 6\,O = \underset{\text{(Bornit)}}{Cu_3FeS_3} + 2\,FeSO_4 + 3\,SO_2.$$

Der Bornit kann indessen auch aus der Reaction zwischen Kupferkies und Kupfersulfat hervorgehen:

$$2\,CuFeS_2 + CuSO_4 + 2\,O = Cu_3FeS_3 + FeSO_4 + SO_2.$$

Kupferglanz kann auf verschiedene Weise innerhalb der absteigenden Strömungen zu Stande kommen:

1. durch die Reaction von Kupfersulfaten auf Eisenkies;

$$Cu_2SO_4 + FeS_2 + 2\,O = \underset{\text{(Kupferglanz)}}{Cu_2S} + FeSO_4 + SO_2,$$

2. durch die Reaction von Kupfersulfaten auf Kupferkies oder Bornit;

$$CuFeS_2 + CuSO_4 + 2\,O = Cu_2S + FeSO_4 + SO_2.$$

oder

$$Cu_3FeS_3 + CuSO_4 + 2\,O = 2\,Cu_2S + FeSO_4 + SO_2.$$

Dies alles findet man ausgeführt bei Van Hise l. c. p. 86.

Als Beispiele für diese Erscheinungen vergleiche man die auf S. 52 erwähnten Kupferkiesknollen von Monte Catini mit ihren Hüllen von Bornit und Kupferglanz nebst gediegen Kupfer und ferner die kupferreichen Abschnitte der Gänge von Butte nahe dem Grundwasserspiegel (S. 236), sowie die Concentration reicher Kupfersulfide aus kupferhaltigen Pyriten bei gewissen Lagerstätten in Arizona[1]).

In ganz ähnlicher Weise können auf Gängen mit schwach silberhaltigen Sulfiden die bei der Verwitterung gebildeten Silbersalze abwärts wandern und weiter unten durch Berührung mit noch unzersetzten Sulfiden zur Ausfällung reicher Silbersulfide Anlass geben.

Zur Erklärung führt Van Hise (p. 89) folgende mögliche Reactionen an:

$$\underset{\text{(Kupferglanz)}}{Cu_2S} + Ag_2SO_4 = Ag_2S + Cu_2SO_4$$

$$Cu_2S + 2\,AgCl = Ag_2S + 2\,CuCl.$$

---

[1]) R. A. Penrose. *The Superficial Alteration of Ore-deposits.* Journ. of Geol. II. 1894, p. 306—308. — Jas. Douglas. *The Copper Queen Mine, Arizona.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1899.

Zu fast denselben Resultaten kamen ganz unabhängig von Van Hise gleichzeitig andere amerikanische Forscher, W. H. Weed[1]) und S. F. Emmons[1]).

Auch L. de Launay[2]) hat sich eingehend mit diesen Vorgängen beschäftigt. Seine Erklärung derselben legt das Hauptgewicht auf die Wegführung der leichter löslichen Substanzen.

Der Ausdruck Zone der reichen Sulfide darf nicht in dem Sinne einer ganz geschlossenen Zone verstanden werden. Durch secundäre Klüfte, die eine Communication der Sickerwasser von oben her ermöglichen, können auch tiefere Partien der Lagerstätten einer Auslaugung und Anreicherung zugänglich werden.

Die Erzvertheilung innerhalb der Gänge.

Nur sehr selten sind auf einem Erzgange die eigentlichen Erze innerhalb der im übrigen aus verschiedenen Gangarten, wie Quarz, Kalkspath, Braunspath, Manganspath, Schwerspath, Flussspath u. a. sowie aus Fragmenten des Nebengesteins bestehenden Gangfüllung ganz gleichmässig vertheilt, wie z. B. bei dem reichen Smuggler Gang bei Telluride in Colorado, der auf eine Strecke von 1 km Länge nicht an einer einzigen Stelle unabbauwürdig war. Vielmehr macht sich fast stets ein Unterschied geltend zwischen bauwürdigen reichen Gangpartien, den sogenannten Erzmitteln, Erzfällen oder Erznestern, und den erzarmen oder ganz erzleeren Theilen, die als taube Mittel oder taube Regionen bezeichnet werden. Ein Vorwalten der ersteren nennt man einen Adel des Ganges, einen Uebergang aus einer tauben in eine edle Region eine Veredelung, und umgekehrt spricht man von einer Vertaubung.

Die Ermittelung der Form und der Verbreitung der Erzmittel in horizontaler und verticaler Erstreckung, der Beziehungen zwischen dieser Vertheilung und den geologischen Verhältnissen der Umgebung hat nicht nur einen grossen praktischen Werth, sondern ist auch vom höchsten wissenschaftlichen Interesse. Seit lange ist das Bestreben der Lagerstättenforscher dahin gegangen, womöglich auch allgemeine Gesetze

---

[1]) W. H. Weed. *The Enrichment of Mineral Veins by Later Metallic Sulphides*. Bull. Geol. Soc. Am. II. 1900, p. 179—206. — *The Enrichment of Gold and Silver Veins*. Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900. — S. F. Emmons. *The Secondary Enrichment of Ore-Deposits*. Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

[2]) L. De Launay. *Contribution à l'Étude des Gîtes Métallifères*. Ann. d. Mines 1897, 9. Sér. XII. Bd., p. 151—152.

für die Erzvertheilung auf Gängen abzuleiten, die wiederum rückwirkend die Praxis befruchten könnten. Doch gehen die bisher gewonnenen Ergebnisse kaum über eine örtlich beschränkte Bedeutung hinaus. In den folgenden Abschnitten S. 391—401 werden einige allgemeinere Ursachen bei der Entstehung reicher Erzmittel erörtert werden.

Die ungleiche Vertheilung der Erzmittel in einem Gange geht am besten aus einem gut geführten flachen Risse hervor, d. h. also einem parallel zum Streichen und Fallen gelegten Schnitt, worauf neben den Schächten und horizontalen Strecken vor allem sämmtliche thatsächlich abgebaute Gangpartien flächenhaft sich dargestellt finden, worauf ferner auch die Schnittlinien mit anderen Gängen und womöglich die Abweichungen in der Beschaffenheit des Nebengesteins angegeben sind. Man vergleiche in dieser Beziehung die Figuren 187 und 188.

Sehr verbreitet sind langgestreckte, diagonal in der Gangfläche verlaufende Erzmittel, sogenannte Erzfälle oder Adelsvorschübe (siehe z. B. Fig. 176, S. 327); ferner schmale Erzmittel, deren Längserstreckung mit der Falllinie zusammenfällt, sogenannte Erzsäulen, letztere besonders bei den Golderzgängen[1] (siehe z. B. Fig. 181 auf S. 337), endlich räumlich nur sehr beschränkte nesterförmige Erzmittel.

Das Wort „Adelsvorschub" war zunächst nur bei den Bergbauen am Heinzenberg und Kleinkogl in Gebrauch und ist erst durch J. Trinker[2]) in die Wissenschaft eingeführt worden. Bei den Kupfer- und Silbererze enthaltenden Lagerstätten am Kleinkogl in Nordtyrol wies er nach, dass die einzelnen Adelsvorschübe der aufeinander folgenden Gänge nach einem gewissen Gesetze aufeinander folgen, indem sie alle in der Richtung von S. nach N. unter etwa 30° gegen den Horizont geneigt sind. Er bezeichnet ein derartiges Verhalten als einen generellen Adelsvorschub.

Eine vielgebrauchte Bezeichnung für reiche Erzmittel namentlich beim Silberbergbau ist auch das Wort Bonanza. Bekannt sind namentlich die Bonanzas am Comstock Gang (siehe S. 332).

Meist stellen die bauwürdigen Mittel nur einen kleinen Theil des gesammten Ganges dar. So schätzte Frhr. von Beust im Jahre 1859 den aushiebwürdigen Theil der Gangfläche der bauwürdigen Freiberger

---

[1]) E. Skewes. *The Ore-Shoots of Cripple Creek.* Transact. of the Amer. Inst. Min. Eng., XXVI., 1897, S. 553 ff.

[2]) J. Trinker. *Der Adelsvorschub am Heinzenberge und am Kleinkogl.* Mit 1 Tafel. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. I. Bd., 1850, S. 213 ff.

Gänge zu etwa 20 Procent. Eine spätere Statistik (1871) ergab nur etwa 15 Procent.

Etwas anderes sind die Veredelungen von Gängen, die nicht auf einer relativen, sondern auf einer absoluten Erzanreicherung in Folge von einer Erweiterung der Gangspalte beruhen. Es möge hier auf das auf S. 157 Gesagte zurück verwiesen werden. In diesem Sinne würden bei Gängen, die zugleich Verwerfungsspalten sind, immer diejenigen Gangabschnitte die reichsten sein, in denen eine stark abweichende Einfallsrichtung herrscht, weil längs dieser durch eine Verschiebung der beiderseitigen Gebirgstheile möglichst grosse Gangräume sich gebildet haben. Es wurde dies in ähnlicher Weise schon von W. J. Henwood[1]) ausgesprochen.

Bei lagenförmiger Gangstructur wird hierbei sehr viel darauf ankommen, ob die erzreichsten Krusten die ältesten oder die jüngsten sind. Sind sie die jüngsten, werden sie oft überhaupt nur an solchen Stellen, wo der Gangraum stark erweitert ist, anzutreffen sein; dagegen dort ganz fehlen, wo er sich eng zusammengezogen hat.

Ueber den Einfluss der Natur des Nebengesteins auf den Reichthum der Gänge.

Schon die deutschen Bergleute früherer Jahrhunderte kannten den unbestreitbaren Einfluss des Nebengesteins auf die Erzführung der Gangspalten. Sie sprachen von „einem artigen, hefflichen Gebirge“ gegenüber von einem „wilden und unartigen“. Die erste ausführliche wissenschaftliche Untersuchung dieser Frage verdanken wir den Freiberger Geologen H. Müller und B. von Cotta. Es wird gut sein, zunächst eine Anzahl von Beispielen kennen zu lernen, bei denen eine verschiedene Erzführung in verschiedenem Nebengestein klar ausgesprochen ist, erst später aber auf die eigentlichen Ursachen dieser Erscheinung, soweit sie bekannt sind, einzugehen.

Für das Freiberger Gebiet hatte schon 1850 H. Müller[2]) eine sehr eingehende Studie dieses Gegenstandes veröffentlicht, der wir folgendes entnehmen:

---

[1]) W. J. Henwood. *Metalliferous Deposits of Cornwall and Devon.* Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall. V.

[2]) H. Müller in *Erzlagerstätten bei Freiberg.* Cotta's Gangstudien. I. Bd. 1850, S. 209—248.

Am meisten in die Augen fallend ist bei den Freiberger Gängen der ungünstige Einfluss des Glimmerschiefers gegenüber dem günstigen des Gneisses. Dies ist um so fühlbarer für den Bergbau gewesen, als gerade die reichsten und edelsten Gänge des Revieres in der Nähe solcher Glimmerschiefer-Einlagerungen innerhalb der Gneissformation aufsetzen und so das bauwürdige Feld derselben eine sehr störende Beschränkung erfährt. Die wichtigsten Erzgänge der Gruben Neue Hoffnung Gottes, Christbescheerung, Alte Hoffnung Gottes und Gesegnete Bergmanns Hoffnung in der Gegend nördlich von der Stadt liefern zahlreiche Beispiele hierfür. So z. B. nimmt der grosse Erzfall auf dem Peter Stehenden auf Christbescheerung nach N. hin sein Ende dort, wo der Gang aus dem Gneiss in den Glimmerschiefer hineinsetzt; auch der sonst reiche Wilhelm Morgengang und der Friedrich Flache daselbst zeigen sich im Glimmerschiefer nur als taube Lettenklüfte.

Die Gänge von Alte Hoffnung Gottes rücken ebenfalls nach SW. hin in den Glimmerschiefer ein. Während sie im Gneiss 0,2—0,8 m mächtig sind und aus Quarz, Braunspath und Manganspath nebst Schwefelkies, Blende, Bleiglanz und nicht seltenen edlen Silbererzen bestehen, drücken sie sich im Glimmerschiefer auf wenige cm Stärke zusammen, ihre Gangarten und Erze treten hier allmählich fast ganz zurück, und die Füllung besteht lediglich aus zersetzten Fragmenten des Nebengesteins, weichem Ausschramm und Letten.

Dasselbe wiederholt sich auf der Grube Himmelsfürst bei Brand bei den Gängen der Edlen Bleierzformation (carbonspäthigen B.). Wie der beistehende flache Riss des Jupiter Stehenden (Fig. 187) durch den Reicheltschacht nach den amtlichen Originalrissen deutlich zeigt, befinden sich die reichen Abbaue im Liegenden des Glimmerschiefers, im sog. Himmelsfürster Gneiss, einem normalen Biotitgneiss. Im Glimmerschiefer verarmen die Gänge derartig, dass gar keine Aushiebe hier verzeichnet werden konnten. Noch bei mehreren anderen Gängen desselben Revieres, wie beim Silberfund Stehenden, beim Wiedergefunden Glück St., beim Kalb Stehenden und beim Lade des Bundes Flachen verhält sich die Erzvertheilung ganz ähnlich. Jenseits der Glimmerschiefereinlagerung haben sich bei manchen, wie beim Wiedergefunden Glück St., reiche Erzmittel wieder eingestellt. Im Glimmerschiefer selbst jedoch hat man nur längs der Kreuzlinien mit anderen Erzgängen abbauwürdige Partien angetroffen, wie z. B. auf dem Lade des Bundes Flachen längs der Kreuzlinie mit dem Johannes St.

Diese Verhältnisse bei der Grube Himmelsfürst lassen sich besser noch als durch die Annahme „einer Vertaubung der Erzgänge im

Glimmerschiefer“ zum Ausdruck bringen durch die Hypothese „einer Veredelung der Erzgänge am Glimmerschiefer und zwar an seiner liegenden Grenze“. Denn die Erzführung längs der letzteren geht noch

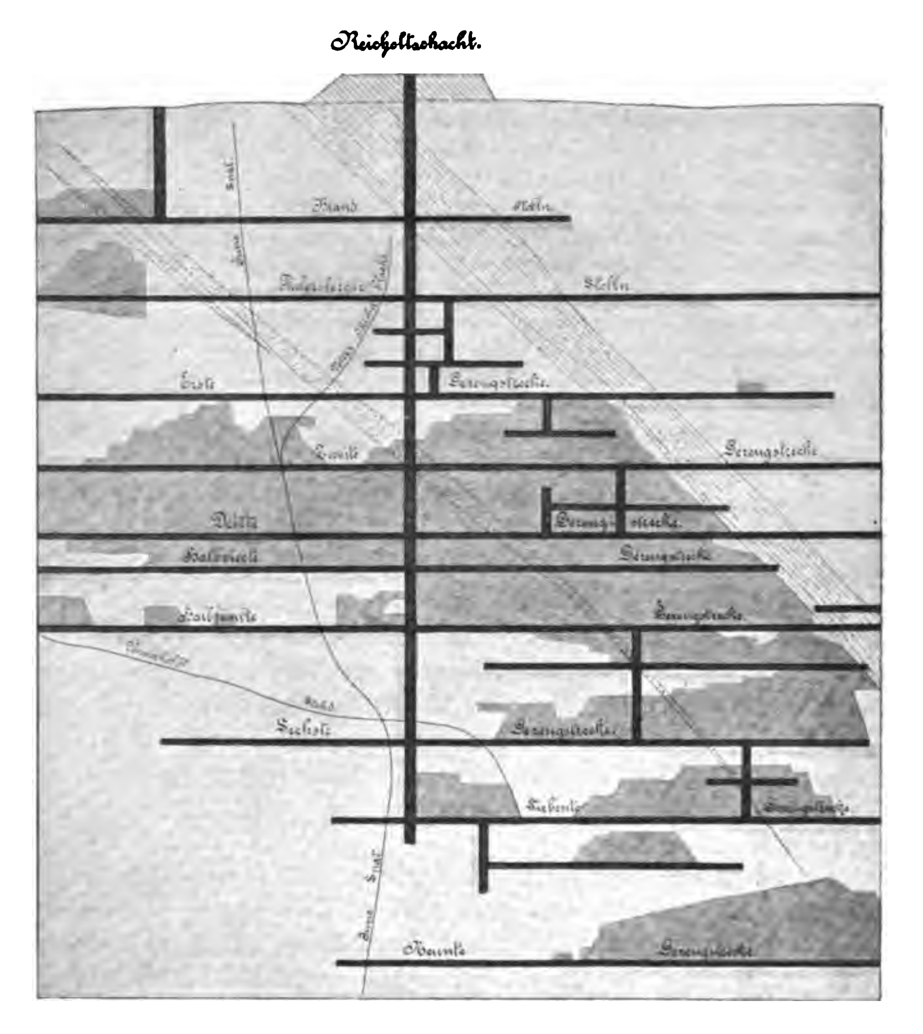


Fig. 187. *Flacher Riss des Jupiter Stehenden bei Himmelsfürst Fdgr.* Nach den Rissen der Kgl. Oberdirection.

über die im normalen Biotitgneiss übliche weit hinaus. Folgende Ziffern beweisen den grossen Reichthum dieser Zone: beim Silberfund St. ergaben von 1857 bis 1879 die Erze von 47366 qm Gangfläche im Gewicht von 79405 dz einen Erlös von 4426784 Mark, beim Kalb St.

von 34017 qm Gangfläche im Gewicht von 61941 dz 2199874 Mark, wonach der qm durchschnittlich beim ersteren 93 Mark, beim zweiten 65 Mark erzielte.

Bei der Erklärung dieser „Contactveredelung" (H. Müller) dürfte auch an eine Stauung der aufsteigenden Lösungen durch den Glimmerschiefer zu denken sein, da das Aufreissen der Spalten in diesem Gestein nur sehr unvollkommen erfolgte.

Eine ganz analoge Erscheinung kann man an den flachen Rissen mehrerer Gänge des Segen Gottes Erbstolln zu Gersdorf bei Rosswein (siehe S. 267) demonstriren, besonders bei den der Edlen Quarzformation angehörigen Josef Morgengang, Wolfgang M. und Krebs Spat, sowie bei dem Friedrich Flachen der barytischen Bleierzformation. Auf allen bemerkt man innerhalb der Region, wo der Gabbro und der Granulit das Nebengestein bilden, ausgedehnte Erzmittel. Sie erreichen ihre grösste Mächtigkeit und ihren höchsten Adel unmittelbar am Contact mit dem thonschieferähnlichen Phyllit, der mittelst einer Verwerfungskluft an den Gabbro und Granulit angrenzt, schneiden aber für immer ab, sobald sie in den Phyllit des Hangenden eingetreten sind.

Dasselbe wiederholt sich auf der ehemaligen Grube Erzengel Michael zu Mohorn[1]).

Es mögen auch aus anderen Gegenden einige Beispiele von einer Beeinflussung der Gänge durch das Nebengestein folgen, die nach den älteren Zusammenstellungen bei B. von Cotta[2]) noch wesentlich vermehrt werden könnten.

Bei Schweina und bei Kamsdorf im Thüringer Walde (siehe S. 238), sowie bei Riechelsdorf in Hessen werden das ältere Schiefergebirge und die Dyas von vorherrschend aus Schwerspath bestehenden Gängen durchsetzt. Wo diese den bitumenreichen Kupferschiefer zum Nebengestein hatten, enthielten sie abbauwürdige Mittel von Kobalt-, Nickel- und Kupfererzen, im mittleren und oberen Zechstein des Hangenden dagegen und im Schiefergebirge des Liegenden waren sie taub.

Bei Přibram sind die Erzgänge nur im cambrischen quarzitischen Sandstein, nicht aber in dem nach NW. zu anstossenden Thonschiefer ergiebig (vergl. die Profile S. 260 und 261). Es ist allerdings hier wohl mehr der Einfluss der schon oben S. 147 erwähnten Lettenkluft, als der des Thonschiefers an sich wirksam gewesen.

In Cumberland durchsetzen nach Dufrenoy[3]) u. A. Bleierzgänge den Kohlenkalkstein, welcher mit Sandstein und Schieferthon wechselt.

---

[1]) H. Müller. *Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres.* 1901. S. 296 Taf. III. Fig. 8.

[2]) B. von Cotta. *Erzlagerstätten.* I. 2. Aufl. 1859. S. 133ff.

[3]) Dufrenoy, E. de Beaumont, Coste et Perdonnet. *Voyage métallurgique en Angleterre.* Paris 1837 u. 1839.

Während sie nun im Kalkstein mächtig und bauwürdig sind, zer schlagen sie sich im Sandstein und Schiefer in nicht bauwürdige Trümer. Aehnliches findet in Derbyshire statt, wo die Gänge verarmen und sich zertrümern, sobald sie in die Toadstone genannte Einlagerung von Diabasmandelstein eintreten.

Die Beeinflussung der Kongsberger Silbererzgänge durch die Fahlbandzonen im dortigen krystallinen Schiefergebirge ist schon S. 281 ausführlich erwähnt worden.

Die Kupfererzgänge von Butte, Montana, sind nach W. H. Weed[1]) erzführend im basischen Granit, taub im Aplit.

Ein interessantes Beispiel der Veredelung goldführender Gänge durch ein bestimmtes Nebengestein wird aus dem Ballarat-Goldfeld in der australischen Colonie Victoria berichtet[2]). Wo immer dort die schwebenden Quarzgänge gewisse an Eisenkies reiche bituminöse Schieferschichten innerhalb der steil aufgerichteten Silurformation durchkreuzen, sind sie ausserordentlich reich an Gold, selbst wenn sie in den übrigen Theilen unbauwürdig sind. Diese „Indicators" genannten Gesteinszonen selbst führen kein Gold.

Es soll nicht verschwiegen werden, dass es Gebiete giebt, in denen solche Beziehungen zwischen dem Charakter des Nebengesteins und der Erzvertheilung in den Gängen ganz und gar nicht zum Ausdruck gelangen. Einen solchen Ausnahmefall hat z. B. A. O. Wittelsbach[3]) geschildert: Im Gangrevier von Sta. Elene und La Carolina am Südabhang der Sierra Morena in Spanien unweit des an Bleierzgängen reichen Gebietes von Linares werden palaeozoische Schiefer von Granit durchbrochen. Die Gänge sind silberreiche Bleierzgänge mit Quarz und Schwerspath als Hauptgangarten. Einige dieser Gänge, wie der Esperanza Gang und San Gabriel sind nur im Granit erzführend und werden im Schiefer taub, andere, wie der El Castillo gerade umgekehrt im Schiefer erzreich und im Granit taub: und doch ist El Castillo nur 1 km von La Esperanza entfernt.

Nur einen besonderen Unterfall der Beeinflussung der Gänge durch das Nebengestein stellen die Einflüsse älterer Gänge an Gangkreuzen dar.

Der Einfluss der Gangkreuze auf die Erzführung.

Im Freiberger Gebiet ist der veredelnde Einfluss der Gangkreuze schon seit den ältesten Zeiten des Bergbaues bekannt.

---

[1]) W. H. Weed. *Influence of Country-Rock on Mineral Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Nov. 1901.

[2]) T. A. Rickard. *The Indicator Vein, Ballarat, Australia.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Aug. 1900, nebst Litteratur.

[3]) A. O. Wittelsbach. *Fragen und Anregungen etc.* Z. f. pr. G., 1897, S. 5.

Nach H. **Müller**[1]) kommen die Veredelungen sowohl auf Kreuzen zweier Gänge ein und derselben, als auch zwischen solchen verschiedener Formation vor. Sie beruhen auf einer Zunahme der Mächtigkeit oder auch daneben auf einer Anreicherung der Ausfüllungsmassen mit Erzen. Vorzüglich lieben es die edlen Silbererze, dunkles und lichtes Rothgiltigerz, Weissgiltig, Glaserz, Eugen- und Melanglanz, sowie gediegen Silber, sich hier anzusiedeln.

Die Veredelung ist um so grösser, je kleiner der Winkel ist, unter dem die Gänge zusammentreffen, da dann zugleich die Berührungsflächen der beiden Gänge um so grösser sind. Daher sind Schleppungskreuze, bei denen der Kreuzungswinkel beinahe gleich Null ist, die allerreichsten.

Besonders berühmt sind auf der Grube Himmelfahrt bei Freiberg die Gangkreuze zwischen dem Neu-Hoffnung Flachen (barytische Bleierzformation) und dem Erzengel und dem Christian Stehenden (kiesigblendige Bleierzformation) (Fig. 188). Auf der ehemaligen Grube Morgenstern dortselbst waren reich die Kreuze zwischen dem Silberpräsent Sp., Gutmorgen Sp. und Stolln Sp. mit dem Morgenstern Morgengang, sowie die zwischen dem Abraham Sp. (baryt. Bl.) und dem Ephraim Stehenden (kies.-bl. Bl.).

Auf diesen Kreuzen wurden nach H. **Müller** bisweilen auf 1 qm Gangfläche bis in die Tausende von Mark Silberwerth erzielt. Die erwähnten Kreuze des Neu-Hoffnung Fl. ergaben mehrere Millionen von Mark. Gediegen Silbermassen bis mehrere Hundert Kilogramm im Gewicht wurden hier angetroffen.

Auf der Grube **Himmelsfürst** erlangte Berühmtheit der grosse Silberfund vom Jahre 1858, gegen 5000 kg, auf dem Kreuze zwischen dem Kalb St. und dem August Fl. In 3 Jahren wurden aus den Anbrüchen auf diesem Kreuze 1 Million Mark erlöst.

Auch auf der Grube Gesegnete Bergmanns Hoffnung bei Obergruna, unweit Freiberg, kannte man sehr reiche Kreuze zwischen dem Holländer Sp. (baryt. Bl.) und dem Traugott Sp. und dem Christoph Morgeng. (Edle Quarzf.), die noch in den Jahren 1886—1890 für 350000 M. Silbererz lieferten.

Nur in seltenen Fällen ist nach H. **Müller** im Gegentheil ein verunedelnder Einfluss von Gangkreuzen beobachtet worden. So z. B. schleppt sich der Abraham Morgeng. in der Friedrich Stollnsohle bei ungefähr 240 m vom Kunstschacht in SW. auf mehr denn 32 m Länge

[1]) l. c. S. 269 ff.

mit einem Spatgange und besteht doch auf dieser Erstreckung nur aus Lettenklüften.

Aehnliche Erscheinungen sind aus vielen anderen Ganggebieten bekannt geworden.

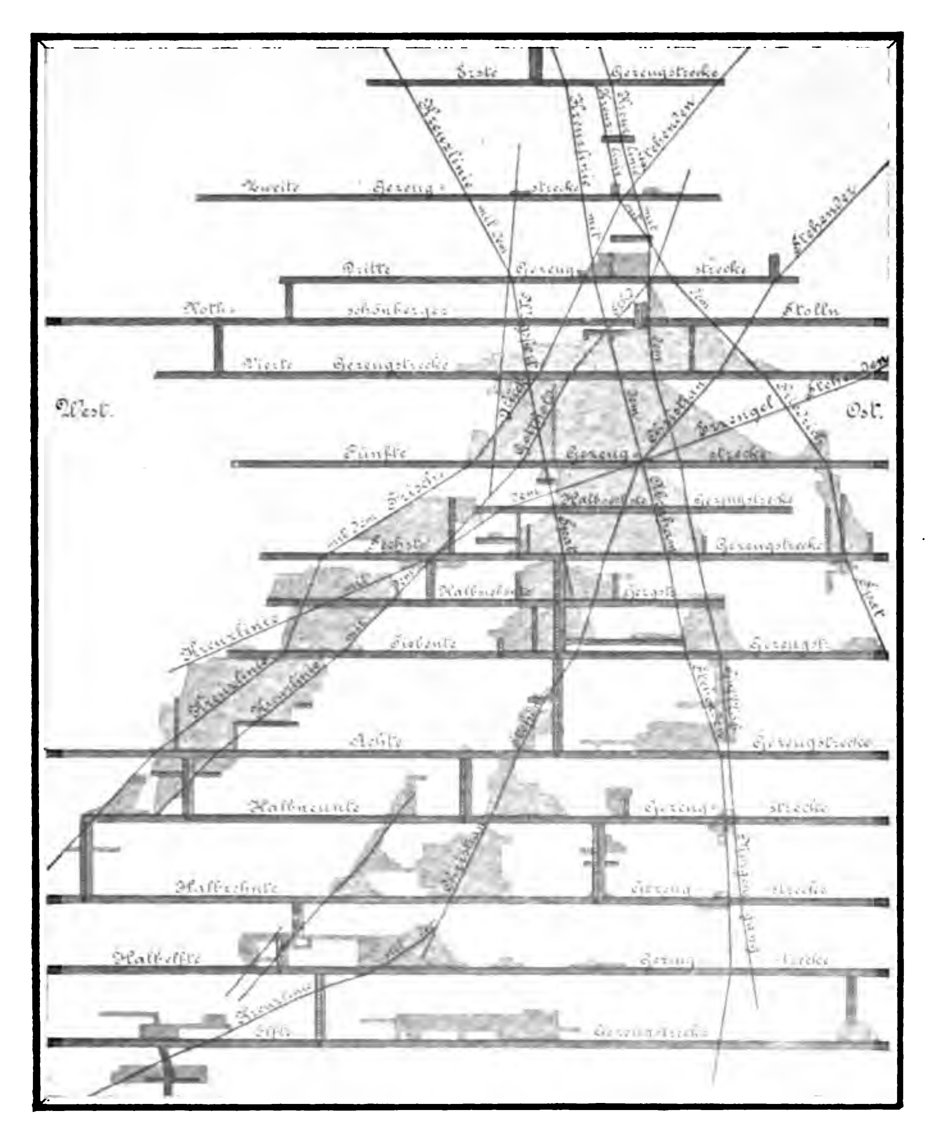


Fig. 188.
Flacher Riss des Neu-Hoffnung Flachen bei Himmelfahrt an seinem Kreuz mit mehreren anderen Gängen. Nach den Rissen der Kgl. Oberdirection.

Der Einfluss des Anschaarens oder Abgehens von Trümern auf die Erzführung.

In abgeschwächtem Masse gilt das für die Gangkreuze Gesagte auch für die Anschaarungspunkte von Gangtrümern, wie das von H. Müller[1]) an zahlreichen Beispielen gezeigt worden ist. An den Vereinigungspunkten zweier oder mehrerer Haupttrümer zeigen viele Freiberger Gänge nicht nur in quantitativer, sondern auch in qualitativer Hinsicht eine deutliche Veredelung, während umgekehrt abgehende Trümer nach und nach häufig ärmer und ärmer werden und endlich ganz vertauben. Solches liess sich früher z. B. beobachten an den zahlreichen Trümern der Grube Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf, am Numa Morgengang auf der Grube Romanus bei Siebenlehn, am Abraham Morgengang auf der Radegrube, an mehreren Gängen der Grube Alte Hoffnung Gottes bei Klein-Voigtsberg u. a.

Diese Erscheinung trifft auch für viele andere Ganggebiete zu, wie denn z. B. F. Klockmann[2]) sagt: „Die Regel, dass an den Schaarungspunkten der Gänge die reichsten Erzmittel angehäuft sind, bewährt sich auch durchweg für das Oberharzer Ganggebiet."

Als Beispiele seien nach Zirkler[3]) angeführt das reiche Erzmittel im Schaarungspunkte des Kranicher Ganges mit dem Burgstädter Hauptgang auf der Grube Herzog Wilhelm bei Clausthal und das weiter östlich gelegene Dorotheer Mittel, das mit der Zuschaarung des Rosenbüscher Ganges, einer sog. Faulen Ruschel, in Zusammenhang steht.

Die eigentliche Ursache der Veredelung von Gängen an Kreuzen und dort, wo Trümer sich anschaaren oder abgehen, mögen zum Theil die Vermischung zweier chemisch verschiedener Lösungen und die daraus entstehenden Reactionen sein. Solche können auch dann eintreten, wenn der eine Gang von Haus aus gar keinen metallischen Inhalt erhielt, wie thatsächlich reiche Kreuze mit tauben Klüften von gewissen Gängen bekannt sind. Liegt dagegen der Fall vor, dass in der einen Spalte schon eine feste mineralische Ausfüllung vorlag, so fallen die Ursachen mit ins Gebiet des zweitnächsten Abschnittes, da der schon bestehende Gang hier nur als Nebengestein figurirt.

Bei gleichzeitig gebildeten Gängen vermögen die Schaarkreuze schon deshalb sich günstiger zu entwickeln, weil an denselben die für den Absatz von Erzen verfügbaren Spaltenräume weiter klaffen konnten und so länger circulirenden Lösungen zugänglich bleiben mussten, als anderwärts.

---

[1]) H. Müller. *Erzgänge des Freiberger Bergreviers.* 1901. S. 297—304.

[2]) F. Klockmann im *Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes.* 1895. S. 48.

[3]) Zirkler. *Ueber die Gangverhältnisse der Grube Bergmannstrost bei Clausthal.* Glückauf, Essen. 1897. S. 93.

Der Einfluss der Faltung eines geschichteten Nebengesteins auf die Erzführung von Gängen.

Dort, wo Erzgänge ein gefaltetes Schichtensystem durchschneiden, hat mitunter dessen Tektonik sichtlich auf die Erzführung eingewirkt. So enthalten nach J. A. Church[1]) die Erzgänge von Tombstone in Arizona dort, wo sie die Antiklinalen eines carbonischen Complexes von Kalken, Quarziten und Schiefern durchqueren, die grössten Erzmittel. Auch innerhalb des geschichteten Gebirges selbst finden sich längs der Antiklinalen Erzconcentrationen in der Form epigenetischer liegender Stöcke, die in der Hauptsache aus goldhaltigen Silber-Bleierzen bestehen. Während aber hier die Vererzung sich nur auf gewisse Bänke des Kalksteins und Quarzites beschränkt hat, führen jene Spalten auch dort Erz, wo der Schiefer der Antiklinalen ihr Nebengestein bildet.

Ueber die eigentlichen Ursachen des Einflusses des Nebengesteines auf die Erzvertheilung.

Geht auch aus dem Gesagten hervor, dass ganz bestimmt Einflüsse des Nebengesteins auf die Erzvertheilung bestehen, so ist es im einzelnen Fall und im allgemeinen doch äusserst schwer, über die eigentliche Ursache dieses Einflusses etwas zu ermitteln. Man wird eingestehen müssen, dass die Wissenschaft in dieser Beziehung, seit B. von Cotta[2]) seine „Materialien zu einer Theorie“ niederschrieb, kaum einen Schritt weiter gekommen ist, wenn wir von der später im Zusammenhang zu behandelnden Frage der Lateralsecretion hier absehen.

Zum Theil reicht wohl der Einfluss der Ursachen rein mechanischer Art, die wir früher bereits für die Spaltenbildung geltend machten (S. 128), über die eigentliche Hohlraumschaffung hinaus und erstreckt sich auch auf die Erzführung, wenigstens auf die absolute Erzführung. In der Hauptsache freilich dürfte die Lösung dieser Fragen auf rein chemischem Gebiete liegen. Die Fälle, in denen durch Auslaugung des unmittelbaren Nebengesteins die Erze der Gangfüllung geliefert werden, wobei dann natürlich ein unmittelbarer genetischer Zusammenhang zwischen beiden besteht, sollen später noch besonders geschildert

[1]) J. A. Church. *The Tombstone, Arizona, Mining District.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., May 1902.

[2]) B. von Cotta. *Lehre von den Erzlagerstätten.* I. 2. Aufl. S. 148ff.

werden. Aber selbst, wenn wir die wohl für die meisten Erzgänge gültige Voraussetzung machen, dass die metallischen und nicht metallischen Verbindungen den Gangspalten durch aufsteigende Wasser aus grösserer Entfernung her zugeführt worden sind, müssen die chemischen Reactionen zwischen den Lösungen und den Bestandtheilen des jeweiligen Nebengesteines von Einfluss auf die Vertheilung der Gangmineralien sein.

Ganz überzeugend gilt das von den, wie wir sahen, günstigen Einflüssen sehr bitumen- oder kohlereicher Nebengesteinszonen auf die Erzführung der durchsetzenden Spalten, die wohl sicher auf der reducirenden Eigenschaft dieser Substanzen gegenüber von in Lösung befindlichen Sulfaten beruhen.

Schwieriger wird das Problem in Hinsicht auf andere Gesteinstypen. Die Zersetzung von Silicaten im Nebengestein durch die in den Gangspalten circulirenden Lösungen und den gegenseitigen Austausch der Bestandtheile hat zuerst G. Bischof[1]) eingehend dargelegt. Die Freiberger Geologen suchten namentlich die eigentliche Ursache von dem augenscheinlich günstigen Einfluss des „normalen Freiberger Gneisses", eines körnig-flaserigen ziemlich glimmerreichen Biotitgneisses, zu ergründen. Eine eingehende, auf chemische Spezialuntersuchungen begründete Theorie verdankte man Th. Scheerer[2]). Er knüpfte an die von H. Müller nachgewiesene Thatsache an, dass der Biotitgneiss viel günstiger auf die Erzführung der Gänge wirkt, als der Muscovitgneiss, und glaubte in dem Biotit die eigentliche Ursache des günstigen Einflusses zu sehen. Der schwarze Glimmer sei wegen seines bedeutenden Mehrgehaltes an schwächeren Basen, besonders Eisenoxydul und Magnesia, eine weit weniger, als wie der helle Glimmer, der Einwirkung von Säuren widerstehende Substanz. Den Vorgang der Gangausfüllung denkt sich unter dieser Voraussetzung Th. Scheerer in folgender Weise:

An Kohlensäure reiches und zugleich Schwefelwasserstoff bez. Schwefelalkalien enthaltendes Wasser extrahire unter hoher Temperatur aus tiefer liegenden Gesteinszonen neben SiO_2, CaO, BaO auch Metalle, Metallsulfide, Arsen- und Antimonverbindungen und trage seine chemische Last in die oberen Spaltenräume hinauf. Die Abscheidung dieser Substanzen werde hier, abgesehen vom Nachlassen von Druck und Temperatur, dadurch eingeleitet, dass der Glimmer des Biotitgneisses der Gangwandungen von der überschüssigen CO_2 zersetzt werde. Er liefere $FeCO_3$ und $MgCO_3$ und bewirke so indirect den Absatz der ihres Lösungsmittels,

---

[1]) G. Bischof. v. Leonhard's Jahrb. f. Min. etc. 1844. S. 257 u. 341.

[2]) Th. Scheerer. *Die Gneuse des Sächs. Erzgebirges und verwandte Gesteine nach ihrer chemischen Constitution und geol. Bedeut.* Z. d. D. G. G., 1862, S. 23ff.

der CO_2, beraubten Carbonate in der Gestalt der auf Gängen gewöhnlichen Carbonspäthe. Auf das gebildete kohlensaure Eisenoxydul indessen reagire der H_2S, bez. die Schwefelalkaliverbindungen, und es werde Schwefelkies ausgefällt. In dem Masse aber, als die Zersetzung des Glimmers fortschreite, würden endlich auch die anderen genannten Metallverbindungen der Lösung ausgefällt. Die Anordnung des dunklen Glimmers in Flasern, die einen kettenförmigen Zusammenhang aller Glimmerblättchen bedinge, sei dem seitlichen Fortschreiten des Zersetzungsprocesses sehr günstig. Die mitten im zersetzten Gneiss zu beiden Seiten der Gänge anzutreffenden Partikel von Schwefelmetallen sprächen ebenfalls für den präcipitirenden Einfluss des dunklen Glimmers.

Diese Theorie krankt daran, dass sie für mineralogisch ganz ähnlich zusammengesetzte Gänge anderer Ganggebiete, in denen ein brauner Glimmer oder ein chemisch analoges Mineral im Nebengestein ermangeln, nicht anwendbar ist. Wir gingen trotzdem auf Scheerer's Ausführungen ein, weil diese Form der später zu besprechenden Thermaltheorie ganz ähnlich auch neuerdings wieder aufgetaucht ist.

Den Einfluss der Gangkreuze hat man häufig durch den Hinweis auf elektrolytische Vorgänge zu erklären versucht, und in ganz analoger Weise auch den Einfluss der Fahlbänder in Kongsberg.

W. Skey[1]) hat gezeigt, dass z. B. ein Element, bestehend aus einem Stück Bleiglanz und einem Stück Schwefelkies, in Meerwasser aus einer Kupfervitriollösung das Kupfer ausfällen kann, und Chr. A. Münster[1]) bewies, dass kiesreiche Stufen von Fahlbandgestein aus einer Lösung von Ag_2CO_3 das Silber ausfällen machen. Auf ähnliche Weise wären wenigstens manche gediegen Silberfunde auf Gangkreuzen erklärbar.

Dass auf Erzgängen überhaupt unter Umständen elektrische Strömungen bestehen, war bereits vor Jahren durch die Arbeiten von R. W. Fox, W. J. Henwood, A. von Strombeck und F. Reich[2]) nachgewiesen worden und ist später von Barus[3]) und von Th. Erhard[4]) von neuem bestätigt worden. Reich in Freiberg war zu folgenden Resultaten gekommen:

1. Zwei Erzpunkte in der Grube, die von einander durch taubes Gestein getrennt sind, oder zwischen denen ein Gang übersetzt, oder sich ein Abbau befindet, geben einen elektrischen Strom in einem sie verbindenden Metalldrahte.

2. Zwei Erzpunkte, die mit einander ununterbrochen metallisch verbunden sind, geben in einem sie verbindenden Drahte keinen Strom.

---

[1]) Citirt bei P. Krusch. *Kongsberger Erzrevier.* Z. f. pr. G., 1896, S 101.

[2]) F. Reich. *Leitfaden zu den Vorlesungen über Physik.* II. Theil. 1853. p. 62.

[3]) Barus. *On the Electrical Activity of Ore-Bodies,* in G. F. Becker's *Comstock Lode.* II. Ann. Rep. of the U. S. geol. Surv., 1882, p. 320—324.

[4]) Th. Erhard. *Ueber die elektrischen Ströme auf Erzgängen.* Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im K. Sachsen, 1885. 1—15. Nebst vollst. Litterat.

3. Zwei erzfreie Gesteinspunkte geben im allgemeinen einen Strom, wenn Erz in der Nähe ist.

4. Die elektromotorischen Kräfte, welche die Ströme erzeugen, sind stets viel kleiner als 1 Daniell (etwas weniger als 1 Volt).

Th. Erhard hat sehr bequeme Methoden für derartige Untersuchungen angegeben, die übrigens nach seinen Angaben praktischen Werth zum Auffinden neuer Erzmittel für sich allein nicht beanspruchen dürfen.

Dass der Einfluss des Nebengesteins auf die Erzführung der Gänge sich daneben auch noch aus anderen Factoren zusammensetzen kann, wie verschiedene Wärmeleitung, verschiedene Porosität, Glätte oder Rauhigkeit der Gesteinsoberfläche u. a., hat schon B. von Cotta[1]) angedeutet. Directe Nachweise für die einzelnen Fälle stehen aber noch aus.

Der Einfluss der in den Gangspalten circulirenden Lösungen auf das Nebengestein.

Viel handgreiflicher, als wie der Einfluss des Nebengesteins auf die Herausbildung der Gangfüllung, ist im umgekehrten Sinne der Einfluss der in den Gangspalten circulirenden Lösungen auf die dem Gange unmittelbar benachbarten Gesteinspartien nachweisbar. Es zeigt sogar das Nebengestein unmittelbar an den Gangspalten ziemlich selten den ganz ursprünglichen Habitus, fast immer erweist es sich irgendwie chemisch und mineralogisch verändert. Da wir uns an anderer Stelle unter den verschiedenen Gangtheorien, wenigstens für die überwiegende Mehrzahl der Gangvorkommnisse, für die Thermaltheorie entscheiden werden, können wir vorgreifend schon jetzt diese Veränderungen in der Hauptsache als von aufsteigenden Thermalwassern herrührend auffassen und demnach von einem Thermalmetamorphismus[2]) des Nebengesteines sprechen, wobei wir die auf postthermalen Einflüssen beruhendenUmwandlungen in den obersten Teufen möglichst ausschliessen.

In den meisten Fällen sind die mancherlei chemischen Veränderungen des Nebengesteins vorbereitet worden durch eine starke mechanische Beeinflussung, durch Zerklüftung, Verdrückung und Zermalmung während der Spaltenbildung.

Die äusseren Kennzeichen der Umwandlungen bestehen gewöhnlich in einer mehr oder minder ausgeprägten Bleichung oder Entfärbung und einem Verlust an Festigkeit. Es ist dies der Gesteinszustand,

---

[1]) B. v. Cotta a. a. O. S. 149—151.

[2]) In diesem Sinne wohl zuerst von H. Rosenbusch gebraucht. Studien im Gneissgebirge des Schwarzwaldes. Heidelberg 1899. S. 16.

den der Bergmann als „faul" bezeichnet. Stammt doch sehr wahrscheinlich sogar das Wort Gneiss (Gneuss) von dieser Eigenschaft her, die dem Bergmann allenthalben an den erzgebirgischen Gängen zuerst auffallen musste, als in dem noch halbslavischen Gebiete die ersten Schürfversuche gemacht wurden. Im Wendischen bedeutet gnisch „faulen" und gnoj „Mist", welche Worte nach E. Kalkowsky[1]) von gleicher Wurzel wie Gneuss sind. Es ist wohl seit langer Zeit vermuthet worden, dass die erwähnte Bleichung an den Gangspalten, wie sie besonders auffällig bei an sich dunkleren oder grell gefärbten Nebengesteinen ist, wie am Hornblendeschiefer zu Kongsberg, am Quarzporphyr bei Freiberg, mit einer Wegführung von färbenden Eisenverbindungen und anderen chemischen Vorgängen zusammenhängt. Eine genaue Untersuchung jedoch wurde erst durch Th. Scheerer[2]) in Freiberg ausgeführt. Aus dem Vergleich genauer Analysen von frischem Biotitgneiss und von dem zersetzten Nebengestein der Gänge schloss er, dass aus ersterem während dieser Umwandlung zunächst eine bedeutende Menge von Kieselsäure neben Titansäure weggeführt worden sind, ferner von den ausser der Thonerde im normalen Gneisse enthaltenen 18,8% fixen Basen 15,2%. Unter anderem waren dem Gestein 96,5% der gesammten Menge des oxydirten Eisens entzogen worden. Der Wassergehalt war von 1,0 bis 2,5% gestiegen. Auch ist aus den Scheerer'schen Analysen eine ja schon mit Augen wahrnehmbare Einwanderung von Schwefelmetallen im zersetzten Gneiss ersichtlich.

Weitere Untersuchungen ähnlicher Art erfolgten bald darauf durch R. Pearce[3]), später durch A. von Groddeck[4]) und in neuerer Zeit durch A. W. Stelzner, W. Lindgren[5]) u. A. Der letztgenannte Autor hat in seiner sehr ausführlichen Arbeit besonderes Gewicht auf die metasomatischen Vorgänge gelegt, die sich ohne Zweifel vielfach hierbei

---

[1]) E. Kalkowsky. *Die Gneissformation des Eulengebirges.* 1878. S. 14.

[2]) Th. Scheerer. *Die Gneuse des sächs. Erzgeb. etc.* Z. d. D. G. G., 1862, XIV. Bd., S. 89 ff.

[3]) R. Pearce. *The Influence of Lodes on rocks.* Rep. Miners Assoc. Cornwall, Truro 1864, p. 18.

[4]) A. v. Groddeck. *Zur Kenntniss einiger Sericitgesteine, welche neben und in Erzlagerstätten auftreten.* N. Jahrb. f. Min., 1882, II. Beil.-Bd., S. 72—138. — Derselbe. *Studien über Thonschiefer, Gangthonschiefer und Sericitschiefer.* Jahrb. d. Kgl. preuss. geol. Landesanst., 1885, 1—52.

[5]) W. Lindgren. *Metasomatic Processes in Fissure-Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

abspielen. Wir versuchen, die ziemlich verwickelten und unter einander vielfach zusammenhängenden Erscheinungen in Kategorien zu theilen, und beginnen mit der häufigsten, der Sericitisirung.

Sericitisirung.

A. von Groddeck wies, gestützt auf eine sehr grosse Zahl guter Bauschanalysen, nach, dass Thonschiefer, Grauwackenschiefer und ähnliche Gesteine in unmittelbarer Nachbarschaft von Erzgängen und Lagergängen vielfach in Sericitgesteine umgewandelt werden, wobei die ursprünglichen chloritischen Gemengtheile ausgelaugt und Carbonate und Quarz neu ausgeschieden werden. Seine Arbeiten bewegten sich namentlich im Gebiete der Erzgänge von Holzappel, Wellmich und Werlau, wo das veränderte Nebengestein als „Weisses Gebirge“ die Aufmerksamkeit erregt hatte. Auch studirte er die sogenannten Lagerschiefer von Mitterberg, die Weissen Schiefer am Kiesstock von Agordo und die Gangthonschiefer des Oberharzes.

Bei den Gangthonschiefern, die im übrigen gänzlich zermalmte und ausgewalzte Culmthonschiefer darstellen, ist eine chemische Einwirkung von den Gangspalten her nach A. von Groddeck nicht zu verkennen. Bei den schwarzen Abänderungen äussert sich diese chemische Einwirkung in einer fortschreitenden Auslaugung des ursprünglichen Gehaltes an Eisenoxydul und Magnesia, welcher Vorgang bei den bunten Varietäten sein Endziel erreicht hat. Nach zahlreichen sorgfältigen Analysen fand er, dass im Durchschnitt enthalten die

	Culmthonschiefer	Gangthonschiefer	
		schwarze	bunte
FeO	4,87%	1,06%	0%
MgO	1,80%	1,11%	0%.

Die Berechnung der Analysen, wie auch die mikroskopische Untersuchung, ergaben, dass die normalen culmischen und devonischen Thonschiefer des Oberharzes aus Quarz, einem sericitischen Glimmer und einem chloritischen Mineral bestehen, wozu noch Rutil, kohlige Substanzen und Carbonate treten können. Bei den schwarzen Gangthonschiefern hat sich bei nahezu unverändertem Quarzgehalt der im Thonschiefer rund 39% betragende Sericitgehalt auf rund 47% erhöht, und in den bunten Abarten ist bei einem Ansteigen des Quarzgehalts von rund 35% auf 63% der Sericitgehalt wieder auf ungefähr 35% gesunken. Es stellen diese letztgenannten Gesteine lediglich ein Gemenge von Quarz und Sericit dar, dem Rutil und viel Eisenglimmer beigesellt sind. Der Chlorit ist völlig entfernt worden.

In Freiberg wurden die Scheerer'schen Untersuchungen von A. W. Stelzner[1]) wieder aufgenommen und in viel exacterer Weise durchgeführt.

---

[1]) A. W. Stelzner. *Studien über Freiberger Gneisse und ihre Verwitterungsproducte.* N. Jahrb. f. Min., 1884, I. Bd., 271—274.

Während Zirkon und Apatit des Gneisses in den lettigen Zersetzungsproducten unmittelbar an den Gängen noch ganz frisch angetroffen werden, sind die Hauptmineralien, Quarz, Feldspäthe und Glimmer hier fast ganz oder vollständig in Kaliglimmer (Sericit) umgewandelt. Dieser bildet in sechsseitig oder rundlich umgrenzten Schüppchen und in kleinen kugeligen Aggregaten die Hauptmasse der veränderten Gneisse und wurde von Stelzner isolirt. Nach einer Analyse von H. Schulze hat er folgende Zusammensetzung:

SiO_2	47,88
TiO_2	Spur
SnO_2	0,02
Al_2O_3	35,16
Fe_2O_3	1,92
CaO	0,48
MgO	1,11
K_2O	10,08
Na_2O	0,41
H_2O	4,02
F	?
	100,68

Weiter führt dieser lettige Gneiss als Neubildungen Rutilnädelchen und kleine tafelförmige Anataskryställchen. Anatas bildet sich übrigens auch bei normaler Zersetzung des Gneisses an der Erdoberfläche. Endlich kommen neben dem Rutil feine braune Nädelchen vor, die als Zinnstein zu gelten haben, da in dem schwersten Antheil der Lettengemengtheile 11,44% SnO_2 nachgewiesen wurde. Während die Quelle für die Titanmineralien im Biotit des Gneisses zu suchen ist, kann der Zinngehalt aus der Gangspalte selbst herrühren, die ja zinnsteinhaltige Zinkblende führt.

Sicher vom Gange her eingewandert sind die so oft in dem zersetzten Gneiss von Freiberg eingestreuten Kryställchen von Arsenkies. Auf der Grube Morgenstern traten sie so reichlich auf, dass das Nebengestein auf Arsenkies abgebaut worden ist. Auch secundäre Imprägnationen von Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende und gediegen Silber sind im zersetzten Nebengestein der dortigen Gänge weit verbreitet[1]).

Merkwürdig ist die von W. Vogelgesang[2]) berichtete Imprägnation des zersetzten Gneisses am Weissen Löwe Spat, südöstlich von Freiberg, mit Kupferkies, Buntkupferkies, Blende und Bleiglanz, obwohl die beiden erstgenannten Erze innerhalb der Gangtrümer selbst vollständig fehlen.

Eine Sericitisirung des Nebengesteines findet man nach W. Lindgren auch am Granit bei den Golderzgängen, z. B. in Idaho. Sie ist überall an Stelle der für die normale Verwitterung typischen Kao-

---

[1]) Viele Beispiele von Freiberg und von anderwärts bei B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* I. 1859. S. 209ff.

[2]) W. Vogelgesang. *Erzgänge südöstl. von Freiberg.* 1854. Cotta's Gangstudien. II. S. 82. — Man vergl. auch F. Sandberger. *Untersuchungen über Erzgänge.* II. S. 343 etc.

linisirung getreten[1]). Auch das Nebengestein der californischen Goldquarzgänge ist von Lindgren untersucht worden. Hier besteht die Umwandlung neben der Sericitisirung auch in einer Ausscheidung von Calcit, der in den Gängen selbst nur ganz spärlich vorkommt. Von den normalen Gemengtheilen werden die gefärbten Bisilicate und Feldspäthe angegriffen und in Aggregate von Sericit und Calcit umgewandelt, die ersteren zuweilen mit einem chloritischen Zwischenstadium. Dann wird auch der Quarz verdrängt. Ilmenit wird zu Rutil. Als Einwanderer erscheinen Sulfide, besonders Pyrit, sowie auch Arsenkies, die zuweilen Einschlüsse von Sericitschüppchen führen.

Folgende von Lindgren angeführte Analysen geben ein Bild von dem Umwandlungsvorgang: I (von G. Steiger) ist ein frischer Granit, II (von G. Steiger) ein sericitisirter Granit, wie I von Idaho, Silver Wreath Tunnel, Boise District (l. c., S. 640); III (von N. H. Stokes) ein frischer Diabas von Grass Valley, Californien, IV (von W. F. Hillebrand) ein veränderter Diabas der North Star Grube dortselbst.

	I	II	III	IV
SiO_2	65,23	66,66	51,01	45,74
TiO_2	0,66	0,49	0,98	0,36
Al_2O_3	16,94	14,26	11,89	5,29
Fe_2O_3	1,60	0,67	1,57	0,13
FeO	1,91	2,41	6,08	9,06
FeS_2	—	—	1,73	0,49
MnO	Spur	Spur	Spur	0,26
CaO	3,85	3,37	10,36	23,85
BaO	0,19	—	—	—
MgO	1,31	0,95	8,87	0,94
K_2O	3,02	4,19	0,15	1,29
Na_2O	3,57	—	4,17	0,11
H_2O unter 100°	0,18	0,36	0,24	0,22
H_2O über 100°	0,88	2,16	2,09	1,07
P_2O_5	0,19	0,17	0,17	0,07
SO_3		—	—	—
S	—	0,95	—	—
CO_2	0,25	3,67	—	18,91
	99,78	100,31	99,31	100,79

In dem veränderten Granit erwähnt er kleine neugebildete Krystalle von Pyrit und Arsenkies. Der Feldspath ist verschwunden, höchstens seine Umrisse sind noch

[1]) W. Lindgren. *The Mining Districts of the Idaho Basin etc.* Extr. of the 18. Ann. Rep. of the U. S. Geol. Surv., 1898. — Derselbe in 14. Ann. Rep. Part. II, p. 243—284, und 17. Ann. Rep., Part. II, p. 144, sowie Bull. Geol. Soc. Am., Vol. VI, p. 221. — Derselbe. *Metasomatic Processes in Fissure-Veins.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 80.

erkennbar. Der Biotit ist durch Sericit ersetzt. Titanit ist getrübt. Titaneisenerz hat zur Ausscheidung von Rutil Anlass gegeben. Apatit blieb unberührt. Das Gestein enthält 1,55 g Gold und 15,55 g Silber pro t. Nach demselben Autor kann die Sericitisirung auch den Quarz ergreifen, besonders wenn zugleich Calcit neben dem Sericit sich gebildet hat.

Endlich möge die Umwandlung des quarzitischen Nebengesteines der Silberbleierzgänge der Coer d'Alene-Berge in Idaho in ein Aggregat von Eisenspath mit Pyrit, Bleiglanz und Blende erwähnt werden[1]).

Kaolinisirung.

In gewissen Fällen äussert sich die Umwandlung des Nebengesteins in einer Kaolinisirung. Eine solche wurde u. a. von J. Church[2]) am Comstock Lode innerhalb der dortigen andesitischen Gesteine in ausgedehntem Masse nachgewiesen und weiterhin irrthümlich als Ursache der starken Erwärmung der dort aufsteigenden Wasser aufgefasst, die Ursache also mit der Wirkung vertauscht. Auch auf der Erzlagerstätte von Brokenhill spielen kaolinartige Bildungen eine grosse Rolle.

Genauer untersucht ist die als beginnende Kaolinisirung zu bezeichnende lettige Zersetzung des Quarz führenden Hornblendeandesites, neben den Golderzgängen von Nagyág, die zuerst von B. von Inkey[3]) beschrieben worden war.

Eine grössere Menge solcher Letten wurde von F. Kolbeck[4]) durch Schlämmung, Behandlung in Jodidlösung u. s. w. in die einzelnen Bestandtheile zerlegt. Unter diesen wog an Menge bei weitem vor ein lichtgrünlich-graues, glimmerähnliches Mineral von faserig-schuppiger Textur, dessen Zusammensetzung nach F. Kolbeck unter A folgt. Ferner bemerkte man darunter winzige Krystallgruppen von As, Au und Ag haltigem Eisenkies, Kryställchen und rundliche Aggregate von Anatas, trübe Täfelchen von Baryt, kurze Säulchen von Apatit und modellscharfe Kryställchen von Zirkon. Die letztgenannten zwei sind Rückstände aus dem ursprünglichen Quarzandesit, dessen chemische Zusammensetzung nach Doelter[5]) unter B ersichtlich ist.

---

[1]) l. c. p. 103.

[2]) J. A. Church. *The Comstock Lode, its formation and history.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 1879.

[3]) B. v. Inkey. *Nagyág und seine Erzlagerstätten.* Budapest 1885.

[4]) F. Kolbeck. *Untersuchungen über die Zersetzung des Quarztrachytes neben den Golderzgängen von Nagyág.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1888, Nr. 3, S. 25.

[5]) In Tschermak's Mitth., 1873, H. II, S. 95.

	A	B	
SiO_2	48,67	58,01	
Al_2O_3	39,30	18,19	
Fe_2O_3	0,30	3,40	
FeO	—	2,89	
MnO	0,25	Spur	
CaO	0,38	7,55	
MgO	1,42	3,01	
K_2O	3,73	1,39	
Na_2O	0,13	3,92	
H_2O	5,83	1,60	(Glühverlust)
CO_2	0,23	—	
FeS_2	0,43	—	
	100,67	99,96	

Propylitisirung.

J. v. Szabó, M. E. Wadsworth[1]), B. von Inkey[2]), H. Rosenbusch[3]) und H. Böckh[4]) haben gezeigt, dass auch die Propylitisirung andesitischer und trachytischer Gesteine dem Thermalmetamorphismus während der Erzgangbildung zuzuschreiben sei. Die Art des Vorkommens dieser Gesteine geht am besten aus dem Profil Fig. 173, S. 319 hervor.

Wir vermögen das Wesen der Propylite nicht treffender und kürzer zu kennzeichnen als mit den Worten von H. Rosenbusch:

„Als Quarzpropylit und Propylit (F. von Richthofen) bezeichnet man eine grünstein-ähnliche Facies von dacitischen und andesitischen Gesteinen, welche fast immer dort sich findet, wo dieselben Erzbringer gewesen sind“ (d. h. von Erzgängen durchsetzt werden). „Der Name Propylit entsprang der Annahme, dass diese Gesteine, wie an manchen Orten der Fall ist, allenthalben die ältesten tertiären Eruptivgesteine seien und gewissermassen nach langer vulkanischer Ruhe während der mesozoischen Epochen die eruptiven Vorgänge wieder eröffneten“ (pro pyle, am Thore). Der Name „Grünsteintrachyt“ ist ein älteres Synonym. Solche propylitische Facies sind verbreitet in Ungarn und Siebenbürgen, am Ostabfall der Sierra Nevada, im Washoe District,

---

[1]) M. E. Wadsworth zuerst in Bull. Mus. Comp. Zool. 1879. Vol. V. p. 281—286.

[2]) B. v. Inkey. *Nagyág und seine Erzlagerstätten.* Budapest 1885.

[3]) H. Rosenbusch. *Elemente der Gesteinslehre.* 1898. S. 302—303. Vergl. auch unter Comstock Lode S. 329 unseres Werkes.

[4]) H. Böckh. *Vorl. Bericht über das Altersverh. d. Eruptivg. v. Selmeczbánya.* 1901. Földtani Közlöny XXXI. Bd.

auf dem Hochlande von Mexico, in den südamerikanischen Anden u. s. w. Das Eigenthümliche der propylitischen Facies liegt in dem Verlust des glasigen Habitus der Feldspäthe, in der chloritischen Umwandlung der Hornblende, des Biotits und der Pyroxene (bei diesen oft mit einem uralitischen Zwischenstadium) unter gleichzeitiger Entwicklung von Epidot, in dem Uebergange der normalandesitischen Grundmasse in holokrystallin-körnige Aggregate von Feldspath, Quarz, Chlorit, Epidot und Calcit und einer oft beträchtlichen Imprägnation mit Kiesen. Die Imprägnation mit Kiesen deutet auf thermale Vorgänge als gemeinschaftliche Ursache der Erzführung und der Umwandlung der Gesteine, welche, von der Kiesführung abgesehen, auch bei normaler Verwitterung oft ähnliche Wege einschlägt. Analyse 1 und 2 unten geben die Zusammensetzung derartiger Gesteine. — Die propylitische Umwandlung kehrt mit gewissen Modificationen auch bei Trachyten und Lipariten wieder, wie sie auch basischeren Gesteinen der Basalt-, Melaphyr- und Diabas-Familie nicht fremd ist.

	1	2
SiO_2	66,34	64,62
Al_2O_3	14,80	11,70
Fe_2O_3	4,07	—
FeO	—	8,39
MgO	0,92	1,18
CaO	2,99	8,96
Na_2O	5,16	3,13
K_2O	3,19	1,95
H_2O	3,34	1,02
Sa.	100,81	100,95

1. Quarzpropylit. Golconda. Washoe.
2. Quarzfreier Propylit. Sheep Coral Cañon. Virginia Range. Washoe.

Verkieselung.

Eine Verkieselung des Nebengesteins, der manchmal eine Dolomitisirung vorausgeht, macht sich häufig bei Erzgängen, die Kalksteine durchsetzen, geltend. Die Substanz der letzteren wird, wie es W. Lindgren[1]) genauer beschrieben hat, hierbei gewöhnlich in ein höchst feinkrystallines Aggregat von in einander eingreifenden Quarzkörnchen verwandelt. Zuweilen kann man trotz der vollendeten Umwandlung noch die ungefähren Umrisse von Foraminiferengehäusen u. dergl. darin er-

[1]) W. Lindgren. *Metasomatic Processes in Fissure-Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

kennen. Aehnliche Aggregate von Gangquarz unterscheiden sich durch die viel grösseren Durchmesser der Körner. Auch sind winzige Quarzdihexaëder aus Kalksteinen in Erzgebieten bekannt geworden, wie z. B. von Bleiberg in Kärnthen. Auch Feldspäthe, ja sogar Hornblende und andere Bisilicate, können durch Quarz ersetzt werden. Bei Altenberg finden wir zuweilen in der Nachbarschaft von Zinnerzgängen eine Silificirung. Sehr gewöhnlich ist die Erscheinung am Nebengestein der californischen Quecksilbererzgänge (siehe diese). Auch bei manchen Gängen von Schemnitz tritt sie auf[1]). Zuweilen ist die Dolomitisirung und Verkieselung der Kalksteine ausserdem noch durch eine Einführung von Eisen in Gestalt von Eisenspath oder von Pyrit begleitet.

Die Umwandlung kalkiger Gesteine in erzführende Pyroxen-Epidotgesteine.

Nach G. vom Rath[2]) und B. Lotti[3]) hat das aus eocänem Thonschiefer mit zahlreichen zwischengeschalteten Kalksteinbänkchen bestehende Nebengestein der quarzigen Kupfererzgänge Capanne Vecchie und Serrabottini bei Massa Marittima eine sehr eigenthümliche Metamorphose erlitten. Während nämlich der Thonschiefer unverändert blieb oder höchstens etwas verkieselt wurde und auf seinen Querspältchen Krusten von Epidot und Quarz empfing, sind die Kalkbänke entweder in ein Pyrit, Kupferkies, Blende und Bleiglanz haltendes Aggregat von Pyroxen und Epidot umgewandelt oder durch eine Pyrit führende Kieselmasse ersetzt worden.

Die Erscheinung erinnert lebhaft an die Vorgänge bei der Bildung von Contactlagerstätten an plutonischen Massen.

Umwandlung des Nebengesteins in Greisen oder Zwitter.

Bei den Zinnerzgängen ist es eine altbekannte, schon von J. F. W. Charpentier aus dem Erzgebirge beschriebene und abgebildete, später in der mikroskopischen Forschungsperiode von vielen Autoren petrographisch genau erforschte Erscheinung, dass das Nebengestein bis auf mehrere cm, stellenweise auf noch grössere Entfernung hin, in Zwitter oder, wie es bei granitischem Nebengestein auch heisst, in Greisen sich umgewandelt zeigt. Vieles wurde hierüber schon bei Besprechung der Zinnerzgänge S. 216 mitgetheilt.

---

[1]) H. Böckh. l. c. S. 398.

[2]) G. vom Rath. *Aus der Umgeb. v. Massa Marittima.* Z. d. D. geol. G., 1873.

[3]) B. Lotti. *Descr. geol.-mineraria dei Dintorni di Massa Marittima.* Roma 1893. p. 73—75.

Die Umwandlung besteht in einer vollständigen Zerstörung aller feldspäthigen Gemengtheile und deren Ersatz durch Quarz, Lithionglimmer, Topas, Turmalin, Flussspath, Nakrit (ein Kaolin), Zinnstein, Arsenkies, Wolfram und andere für die Zinnerzformation charakteristische Mineralien. Wenn der Zinnstein und der Topas, wie nicht selten, hierbei in grösserer Menge sich einstellen, werden diese Umwandlungszonen abbauwürdige Erzmittel. Die in vielen Sammlungen verbreiteten Pseudomorphosen von Zinnstein und Quarz nach grossen porphyrartig im Granit eingesprengten Orthoklaskrystallen von St. Agnes in Cornwall illustriren diese Umwandlung sehr gut. Die chemische Zusammensetzung der Greisen und Zwitter schwankt ebenso, wie ihr mineralogischer Bestand.

Wir geben im folgenden nach K. Dalmer[1]) die chemische Zusammensetzung

1. eines Altenberger normalen Granites (von Rube ausgeführt),
2. eines daraus hervorgegangenen quarzarmen und an Lithionglimmer reichen Greisens (Dalmer),
3. eines dergleichen an Quarz und Topas besonders reichen Gesteines (Dalmer).

Ist das verzwitterte Nebengestein kein Granit, sondern ein Porphyr oder Schiefer gewesen, so ändern sich dementsprechend diese Zahlen.

	1	2	3
SiO_2	74,68	70,41	79,73
TiO_2	0,71	0,49	—
SnO_2	0,09	0,49	1,43
Al_2O_3	12,73	14,86	14,31
Fe_2O_3	—	1,42	—
FeO	3,00	5,09	—
MnO	—	0,29	—
CaO	0,09	0,21	—
MgO	0,35	0,09	—
K_2O	4,64	3,01	—
Na_2O, Li_2O	1,54	0,98	—
F	nicht best.	3,10	4,53
Sa.	99,50	100,44	100,00

Weitere Angaben über den Zinnsteingehalt etc. der Greisen S. 220.

Eine Umwandlung in ein greisenartiges Gestein, dessen Glimmer jedoch keine Lithionreaction ergab, kann man auch am Ganggranit in unmittelbarer Nachbarschaft von Kupfererztrümern in Thelemarken beobachten (siehe S. 232).

[1]) K. Dalmer. *Erläuterungen zu Section Altenberg - Zinnwald.* Leipzig 1890. S. 56.

Dass gelegentlich auch eine Greisenbildung an Gängen der Silber-Bleierzformation vorkommt, beweist die Beschreibung der Lagerstätten von Silver Mines östlich von Ironton in Missouri durch Haworth[1]). Gänge von Quarz, silberhaltigem Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies von präcambrischem Alter setzen in einem Granit auf, der an ihren Salbändern in einen echten Greisen umgewandelt ist. Das Miteinbrechen von Zinnwaldit, Topas, Fluorit, Wolframit, Muscovit und Sericit bringt allerdings diese Gänge den echten Zinnerzgängen nahe.

Turmalinisirung und Topasirung des Nebengesteines.

Eine mit der vorigen verwandte Erscheinung ist die Imprägnation des Nebengesteines mit Turmalin oder die Turmalinisirung.

Seit langer Zeit ist sie bekannt an den Quarz, Turmalin und Zinnstein enthaltenden kleinen Gangspalten im Andalusitglimmerfels des Auersberggebietes bei Eibenstock im Sächsischen Erzgebirge, einem Gesteine, das durch Contactmetamorphose von Seiten des Eibenstocker Turmalingranites aus Phyllit hervorgegangen ist. Die Imprägnation des Nebengesteines mit Turmalin, sowie auch Quarz, Zinnstein, Kupferkies, sehr selten endlich mit Spuren von Gold, erstreckte sich nach M. Schröder[2]) auf etwa 0,5 m Entfernung. Die Lagerstätten wurden früher auf Zinnstein abgebaut. Fig. 189 giebt das Profil eines solchen Imprägnationsganges wieder.

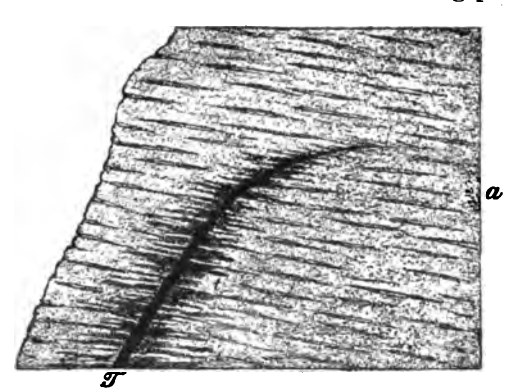


Fig. 189.
Imprägnation des Nebengesteins mit Turmalin nach M. Schröder.
a Andalusitglimmerfels, *T* Turmalin-Quarzgang. *t* Turmalinschiefer.

Im grossen Massstabe hat eine Turmalinisirung und Topasirung des Nebengesteins von Zinnerzgängen am Mt. Bischoff in Tasmanien stattgefunden, worüber unter Zinnerzseifen unten ausführlicher berichtet werden wird. Die Quarze der dortigen Schiefer werden allmählich

---

[1]) *Missouri Geol. Surv. Vol. VIII.* (1895). p. 83. Citirt nach Ch. R. Keyes in Trans. Am. Inst. Min. Eng.. 1901.

[2]) M. Schröder. *Erläuterungen zu Section Eibenstock.* Leipzig 1884. S. 38.

ganz von Turmalin durchsetzt. Ganz besonders stark ist die Umwandlung der Quarzporphyre, deren Orthoklaseinsprenglinge durch Zinnstein, Pyrit, Magnetkies, Arsenkies und Flussspath verdrängt werden.

In gewissem Sinne gehören auch die von M. Schröder[1]) genau untersuchten Topasbrockenfelse aus dem ehemaligen Zinnerzrevier vom Schneckenstein am Westrand des Eibenstocker Granitmassives hierher. Fragmente eines turmalinisirten Schiefers sind hier durch Topas verkittet, und zugleich hat das Gestein der Quarzporphyrgänge im benachbarten Saubachthal eine hochgradige Topasirung erfahren.

Eine Turmalinisirung des Nebengesteines ist auch an den goldhaltigen Kupfererzgängen Chiles beobachtet worden (s. S. 231).

Anhangsweise mag hier die Fluoritisirung des krystallinen Kalksteines von Berggiesshübel in der Nachbarschaft durchziehender Trümer der Zinnerzformation anzuführen sein. Auch die Quarz-Flussspathgemenge von Cripple Creek (S. 336) hält W. Lindgren für durch metasomatische Verdrängung von Feldspath und anderer Mineralien entstanden.

Metasomatische Verdrängung von Gemengtheilen des Nebengesteines durch Erze.

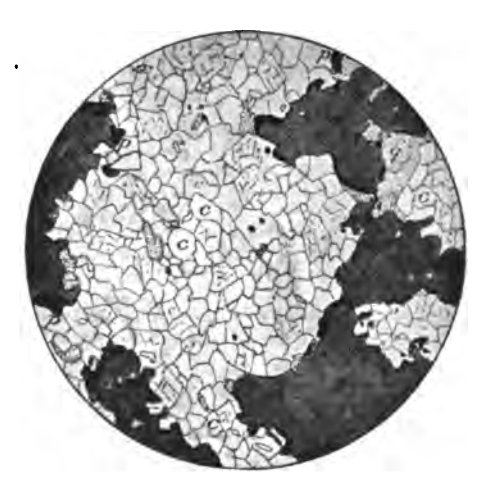


Fig. 190.
Kalkstein (c), durch Bleiglanz (g), Pyrit (p) und secundären Quarz (q) verdrängt.
Nach W. Lindgren.
Vergr. 12.

Dieser nebenbei schon öfter erwähnte Vorgang ist durch die umfassenden, verdienstvollen Untersuchungen W. Lindgrens aufgehellt worden (l. c. p. 38). Er beschrieb Verdrängungen durch Pyrit, Markasit, Kupferkies, Arsenkies, Magnetkies, Bleiglanz, Zinkblende, gediegen Gold, Silber und Kupfer. Das eingesprengte Vorkommen von Krystallen und Körnern der genannten Sulfide im Nebengestein ist ja schon im Vorausgehenden mehrfach erwähnt worden und war schon seit längerer Zeit bekannt. Der Nachweis, dass diese Einsprenglinge wirklich Verdrängungsgebilde sind, wurde von W. Lindgren durch die Mikroskopie

[1]) M. Schröder. *Erläuterungen zu Section Falkenstein.* Leipzig 1885. S. 40.

erbracht. Heben wir als Beispiel die Mikrostructur des Bleiglanzes dieser Art heraus. Dieser verdrängt gern Calcit und Dolomit, wie dies auch bei der Schilderung der epigenetischen Erzstöcke gezeigt werden wird, aber auch Quarz und Silicate. Fig. 190 zeigt die Verdrängung eines krystallinen Kalksteines durch dieses Erz im Dünnschliff. Auch die längst bekannte Umwandlung des Zechsteinkalkes in der Nachbarschaft der durchsetzenden Erzgänge von Kamsdorf (s. S. 238) gehört hierher.

Bevorzugung der hangenden Nebengesteinszone bei den Zersetzungsvorgängen.

Wohl zuerst T. A. Ricard[1]) hat unseres Wissens darauf hingewiesen, dass sich die beiden Salbandzonen eines Ganges oft sehr stark verschieden zersetzt zeigen. Im Hangenden ist gewöhnlich das Nebengestein auf eine viel grössere Entfernung hin in sericitische und ähnliche Massen umgewandelt als im Liegenden. Die Erklärung für diese noch weiterhin zu bestätigende Beobachtung dürfte folgende sein: Die durch Reibung entstandenen Grus- und Lettenmassen mussten sich, der Schwerkraft folgend, auch wenn die Spalten ganz von Wasser erfüllt waren, vorzugsweise auf dem liegenden Salband niederschlagen. Dieser schwer oder gänzlich undurchlässige Lettenbelag hinderte dann das Thermalwasser, weiterhin ins liegende Nebengestein vorzudringen und dort Zersetzungen einzuleiten.

Hiermit stimmt gut überein, was F. A. Moesta[2]) von den sog. Mantos, das sind Imprägnations- und Umwandlungszonen im jurassischen Kalkstein als dem Nebengestein der berühmten Silbererzgänge von Chañarcillo (s. S. 285), sagt: „Bemerkenswerth ist, dass die Mantos vorzugsweise auf dem Hangenden ausgebildet sind, wogegen das Liegende, ganz geschlossen, noch den primitiven Gesteinscharakter trägt. An jener Seite erscheint das ganze Nebengestein von zahlreichen erzführenden Klüften und Gangtrümern durchsetzt und so reichlich mit Erz imprägnirt, dass sein Silbergehalt bis 1% und darüber steigt, und es oft bis auf 12 m vom Gange entfernt noch bauwürdig ist". In grösseren Teufen sind zwar die Mantos meist auf beiden Seiten des Ganges ausgebildet, werden aber im allgemeinen seltener und ärmer. Im Bereiche dieser Mantos enthalten die Gänge von Chañarcillo die reichsten Erzmittel. Moesta glaubt daher, dass schon der ursprüngliche Charakter des Nebengesteins bei ihrer Herausbildung mit thätig war und dass sie zugleich Veredelungszonen darstellen, deren Entstehung er mit dem Durchbruch der Grünsteine in Zusammenhang bringt. Die Umwandlungserscheinungen in diesen Mantos bestehen u. a.

---

[1]) T. A. Ricard. *Vein-Walls.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Vol. XXVI, 1897, p. 193.

[2]) F. A. Moesta. *Ueber das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur.* Marburg 1870. S. 26.

in einer starken Verkieselung. Folgende Analysen von Moesta zeigen die chemische Verschiedenheit zwischen einem solchen Manto und dem zugehörigen unzersetzten Gestein aus derselben Schicht im Liegenden des Ganges:

	Manto	Unverändertes Gestein
SiO_2	47,97	22,82
Al_2O_3	6,22	3,53
Fe_2O_3	3,90	
MgO	16,71	11,46
CaO	9,65	29,73
CO_2	11,64	31,09
$K_2O + Na_2O$	1,27	1,69
$AgCl$	1,55	—
C	—	0,93
Sa.	98,91	101,25

Geologisches Alter der Erzgänge.

Die Entstehung eines Ganges setzt sich für gewöhnlich nur aus zwei Akten zusammen, die zeitlich nur wenig von einander abstehen werden: 1. Das Einreissen der Spalte, 2. ihre Ausfüllung.

Aus den früher angeführten Beispielen war zu ersehen, dass zu allen möglichen Zeiten in der Erdgeschichte und auch noch heutigen Tages Spalten sich gebildet haben und noch bilden können, und es darum auch Gangfüllungen von höchst verschiedenem Alter geben wird. Auch muss das mehrfach wiederholte Aufreissen mancher Gangspalten und damit die successive Entstehung mancher Gangfüllungen als ein sehr häufiges Vorkommniss angeführt werden. Es können während eines solchen längere Zeit hindurch anhaltenden Vorganges Aenderungen in der Natur der zugeführten Lösungen eintreten, und es kann so auch der Charakter der aufeinander folgenden Füllungen ein verschiedener werden. Ja es ist möglich, dass ein Gang 2—3 Trümer enthält, die gar nicht mehr einer einheitlichen Gangformation eingeordnet werden können. Manche Gänge auf der Grube Himmelsfürst bei Brand z. B. bestehen aus einem Trum der carbonspäthigen und einem anderen der kiesig-blendigen Bleierzformation.

Das Alter eines Ganges[1]) wird im allgemeinen relativ dann bestimmt werden können, wenn man das Alter des Gesteins kennt, worin er aufsetzt, und eines anderen, an dem er abschneidet. Natürlich ist hier ein Abschneiden in Folge veränderter Cohärenzverhältnisse (siehe

[1]) Vergl. H. Höfer. *Zur Bestimmung des Alters der Gänge.* Oesterr. Z. f. B. u. H. XLVII. Bd. 1899.

S. 133) ausgeschlossen. Vielmehr müssen es die Beobachtungen wahrscheinlich machen, dass wirklich während der Ablagerung des zweiten Gesteines der Gang schon fertig war, etwa in der Weise, dass Fragmente der Gangmasse in diesem Gestein sich finden. Auch werden andere Spalten bekannten Alters, Verwerfungsspalten, Eruptivgänge und Erzgänge, an denen man beobachten kann, ob sie den fraglichen Gang abschneiden oder nicht, ein Hülfsmittel zur Altersbestimmung abgeben. Immer aber ist diese nur eine relative. Es wird lediglich ermittelt werden können, ob ein Gang jünger oder älter als ein anderes geologisches Gebilde ist.

Das durchsetzte Nebengestein allein giebt nur eine Altersgrenze nach unten an. Die Gangfüllung kann ja viel jünger sein, als dieses Nebengestein. Dies ist besonders auffällig bei gangartigen Höhlenfüllungen (allerdings nicht echten Gängen) in den silurischen Kalksteinen Missouris. Ein Theil der darin enthaltenen Erze, Bleiglanz und Zinkblende, ist viel jüngeren, nämlich quartären Alters, denn man fand darin von Bleiglanz überkrustete Knochen von Elephas. Aehnlich verhält es sich mit den tertiären und diluvialen Bohnerzen in Höhlungen von jurassischen Kalksteinen.

Einige Beispiele für die relative Altersbestimmung von Erzgängen mögen im folgenden erwähnt werden:

Bei Freiberg werden die Gänge der Edlen Quarzformation von den Quarzporphyrgängen durchsetzt, deren Zugehörigkeit zur Dyas feststeht, sie sind also älter als die Dyas. Umgekehrt aber durchsetzen die Gänge der kiesig-blendigen Bleierzformation die dyasischen Quarzporphyre, sind also jünger als diese.

Die Joachimsthaler Erzgänge durchsetzen die dyasischen Quarzporphyrgänge, werden aber in der Hauptsache durch die oberoligocänen Basalte durchschnitten, nur einzelne unbedeutende jüngere Erztrümer finden sich auch im Gestein der Basaltgänge. Da ausserdem die dortige Spaltenbildung sehr wahrscheinlich mit der zur Oligocänzeit stattfindenden Haupthebung des Erzgebirges zusammenfällt, darf die Entstehung der Erzgänge ins Oligocän verlegt werden. In ganz derselben Weise verhalten sich auch die Annaberger Kobalt-Silbererzgänge zu den erzgebirgischen Basalten.

Manche australische Goldquarzgänge durchsetzen Silur und Devon, sowie auch die gleichaltrigen Eruptivgesteine, nicht aber das darüber ausgebreitete Kohlengebirge. Auch das Vorkommen von Gold in den untersten carbonischen Conglomeraten spricht für dieses präcarbonische Alter jener Gänge.

Zuweilen scheint Aussicht vorhanden zu sein, sogar das relative Alter der einzelnen Abtheilungen der Gangausfüllung zu bestimmen. So sind nach F. Klockmann[1]) Quarz und Kalkspath der Erzgänge

---

[1]) F. Klockmann im *Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes.* Stuttgart 1895. S. 49.

des Oberharzes wohl permischen Alters. Der Schwerspath dürfte dagegen erst später, während oder nach der Zechsteinperiode zugeführt sein, denn am Rösteberg bei Grund hat man Baryt im Zechsteindolomit. Noch später seien wahrscheinlich die Spatheisensteintrümer und der Strontianit entstanden. Die Erze dagegen scheinen nicht bloss auf die älteste Bildungsperiode beschränkt geblieben zu sein, denn auch in Klüften und Höhlungen des Zechsteines von Grund und Lauterberg ist Bleiglanz gefunden worden. Gewisse Gänge des Oberharzes gehören freilich ihrem Alter nach sogar dem Miocän bis Pliocän an, wie A. von Koenen[1]) überzeugend nachgewiesen hat.

Früher nahm man an, dass gewisse Gangtypen an bestimmte geologische Zeiten gebunden wären. Viele neuere Beobachtungen indessen sollten vor solchen Verallgemeinerungen warnen. Was für einen engeren Bezirk gilt, braucht nicht für die übrige Erdoberfläche zu gelten. War z. B. bei Freiberg die Edle Quarzformation älter als die Dyas, sahen wir für die sehr ähnlichen Vorkommnisse in Mexico das postjurassische Alter ausser Zweifel gestellt (S. 275). So sprach man früher, als man noch alle Granite für altpalaeozoisch hielt, auch den an jene gebundenen Zinnerzgängen dieses hohe Alter zu. Jetzt indessen kennt man viel jüngere Vorkommnisse von beiden. Die Altenberger und Zinnwalder Gänge z. B. sind nach K. Dalmer[2]) postcarbonischen Alters, ja in der Provinz Pisa in Oberitalien durchsetzen Zinnerzgänge sogar liasische Schichten.

Auch das Gold ist an kein bestimmtes geologisches Zeitalter gebunden. Während in Nordamerika präcambrische Golderzgänge festgestellt sind (siehe weiter unten unter Black Hills), sehen wir in Siebenbürgen tertiäres Gebirge von solchen durchsetzt.

Gebundensein gewisser Gangtypen an bestimmte Eruptivgesteine.

Schon von alter Zeit her hat der Bergmann gewisse Eruptivgesteine als Erzbringer gewürdigt. Besonders bekannt ist das für die Gänge der Zinnerzformation, die an Granite gebunden sind. Die früher aus dem Erzgebirge, aus Cornwall, Malakka, Tasmanien u. s. w. angeführten Beispiele haben das gezeigt.

---

[1]) A. v. Koenen. *Ueber die Dislocationen westlich und südwestlich vom Harz.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1893. S. 68—82.

[2]) K. Dalmer. *Altenberg-Graupener Zinnerzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1894. S. 314.

Viele weitere Beiträge für eine solche Abhängigkeit hat namentlich W. Möricke[1]) geliefert.

In Chile sind die Gänge der Gold führenden Kupfererzformation an mässig saure und saure Eruptivgesteine gebunden, wie quarzführende Gabbros, Quarzdiorite, Syenite, Amphibolgranitite, Quarzporphyre und Liparite, desgleichen in Ungarn die Golderzgänge verschiedenen Charakters an tertiäre Quarzandesite (Verespatak, Nagyág, Boicza), oder an Liparite (Königsberg bei Schemnitz, Telkibanya). In Californien stehen die Goldquarzgänge in engen Beziehungen zu granitischen Gesteinen, wie auch im Ural (Kotschkar, Berjosowsk etc). Vielfach sehen wir dieselben auch in Zusammenhang mit amphibolitisirten Diabasen (Australien, Mashonaland, Guyana). Aehnlich findet man in Chile die Gänge der edlen Silber-Kupfererzformation gewöhnlich zusammen mit basischen Plagioklas-Augitgesteinen, wie Diabasen, Augitporphyriten, Augitandesiten. Auch das Gebundensein der Přibramer Bleierzgänge an die dortigen Diabase und Diorite möge wieder erwähnt sein, sowie auch die Vorliebe der Kupfererze für Melaphyre oder Diabasporphyrite, wie am Obern See.

Ueberblick über die verschiedenen Theorien von der Entstehung der Erzgänge.

In früherer Zeit wurden auf keinem Gebiete der Geologie verworrenere Theorien ausgesponnen, wie über die Entstehung der Erzgänge. Man findet diese merkwürdigen älteren Ansichten schon bei A. G. Werner[2]) zusammengestellt, sehr vollständig ferner bei K. A. Kühn[3]) und endlich bei B. von Cotta[4]). Wir wollen nicht näher auf dieselben eingehen, nur die Auffassung A. G. Werner's kurz erwähnen. Nach ihm entstanden die Erzgänge durch die Ausfüllung offener Spalten von oben her mit auf wässerigem Wege gebildeten Niederschlägen oder, wie er sich ausdrückte, „aus einer die Gegend, wo sich die Gangräume befanden, bedeckenden und zugleich die leeren offenen Gangräume ausfüllenden nassen, meist chemischen Auflösung".

Die verschiedenen Theorien der Zeit nach Werner kann man, wie das bereits Frhr. von Herder[5]) gethan hatte, in verschiedene Gruppen theilen, die wir im folgenden besprechen wollen.

---

[1]) W. Möricke. *Die Gold-, Silber- und Kupfer-Erzlagerstätten in Chile und ihre Abhängigkeit von Eruptivgesteinen.* Freiburg i. B. 1897.

[2]) A. G. Werner. *Neue Theorie von der Entstehung der Gänge.* Freiberg 1791.

[3]) K. A. Kühn. *Handbuch der Geognosie.* II. Bd. S. 666ff. Freiberg 1834—36.

[4]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* I. Bd. 2. Aufl. 1859. S. 175.

[5]) Freiherr von Herder. *Der Tiefe Meissner Erbstolln.* Leipzig 1838.

Von vornherein sei betont, dass es unmöglich ist, alle Gänge nach einer einzigen Theorie erklären zu wollen. Wir werden jedesmal die einzelnen Ganggruppen anführen, für die uns die eine oder die andere Theorie anwendbar erscheint.

a) Congenerationstheorie.

Die Congenerationstheorie der Zeit vor Werner, wonach die Gänge gar keine Spaltenausfüllungen sind, sondern zugleich mit dem Nebengestein entstanden, hat nur noch historische Bedeutung. Schon eher discutabel ist sie mit der Erweiterung, „oder die Gänge sind nachträglich durch Umwandlung veränderte Regionen der Gesteine", wie sie etwa den Anschauungen von J. F. W. Charpentier entspricht. In diesem Sinne könnte man vielleicht manche Zinnerzgänge hierher stellen. Auch die zuweilen gangartigen Erzausscheidungen in Eruptivgesteinen, wie die auf S. 32 abgebildeten Chromiterzschlieren könnte man als durch Congeneration entstanden bezeichnen.

b) Descensionstheorie.

Nach der Descensionstheorie sind die Gänge Ausfüllungen von Spalten, die sich nach unten hin auskeilen. Die Gangfüllung ist von oben her gekommen und ganz unabhängig von der Natur des Nebengesteins. Wie erwähnt, wurde diese Theorie von A. G. Werner ganz allgemein für alle Erzgänge angewandt und musste natürlich grossen Einfluss auf die Ansichten über die Zukunft der bergbaulichen Unternehmungen in Ganggebieten, wie Freiberg, haben, da ja bei einer derartigen Auffassung das Erzvorkommen nur auf die alleroberstcn Regionen der Erdkruste beschränkt sein musste. Nur sehr allmählich erst wagte sich der Widerspruch gegen die Theorie eines so einflussreichen Mannes hervor, bis 1840 Fr. von Beust[1]) die Opposition zum Ausdruck brachte und damit die Irrlehre über den Haufen warf. Der letzte Anhänger der Werner'schen Theorie in allgemeinerer Fassung war Ch. Moore[2]), der noch 1869 die Bleierzgänge im Kohlenkalk des Mendip Districtes und von Alston in England, in denen er jurassische Petrefacten gefunden haben wollte, auf diese Weise erklärte.

[1]) F. C. v. Beust. *Kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie.* Freiberg 1840.

[2]) Ch. Moore. *Rep. on Mineral Veins in Carboniferous Limestone and their organic contents.*. Rep. of Brit. Ass. of the Adv. of Sc., 1869, p. 360 ff.

Eigentliche Erzgänge, die wirklich durch Einschwemmung von oben her entstanden sind, dürfte es nur sehr selten geben. Ein Beispiel würden die ihrer Dimension nach unbedeutenden Kupfererztrümer sein, die unterhalb des Eisernen Hutes in den stehenden Kiesstöcken des Huelvagebietes beobachtet werden (siehe unter Huelva). Ihr Material stammt ja aus der Zersetzung der Kiese im Hute selbst und den von hier aus in die Tiefe sickernden Lösungen. Ueberhaupt sind in den obersten, der Erdoberfläche nahe liegenden Regionen der Lagerstätten Erzausscheidungen im descensiven Sinne nicht selten. Doch sind das ja rein secundäre, wiewohl ökonomisch oft recht wichtige Erscheinungen, die wir bereits bei der Schilderung der Hutbildungen kennen lernten. Gewisse gangähnliche Bohnerzschläuche dürften ebenfalls als Bildungen im Sinne dieser Theorie aufgeführt werden können.

Dagegen giebt es thatsächlich viele taube Mineral- und Gesteinsgänge, die mit Recht Descensionsgänge genannt werden können.

Schon C. G. A. von Weissenbach[1]) führt so entstandene Sandstein- und Kalksteingänge an. Allen Besuchern des Plauenschen Grundes bei Dresden sind die mit cenomanen Muschelbreccien erfüllten schmalen Spalten im Syenit bekannt, die von dessen Oberfläche und der Auflagerungsfläche der oberen Kreideformation aus bis gegen 2 m nach abwärts verfolgt werden können. Sie enthalten bestimmbare Petrefacten. Hierher gehören auch die von J. S. Diller und Wh. Cross[2]) beschriebenen Sandsteingänge im Granit in der Gegend des Pike's Peak in Colorado, Ausfüllungen mächtiger Erdbebenspalten wahrscheinlich durch Flugsand, die von A. P. Pawlow[3]) geschilderten oligocänen Sandsteingänge im neocomen Thon von Alatyr in Russland und endlich die von E. Kalkowsky[4]) aufgefundenen, ebenfalls oligocänen Sandsteingänge im turonen Pläner von Weinböhla in Sachsen. Bei dem letztgenannten Beispiel ist in der Mittellinie des Ganges auch ein wenig Eisenkies abgeschieden worden.

Durch Einpressung erweichten Gesteinsmaterials (Letten, Thon, Sandstein, z. Th. Geröll führend) von oben her entstand auch ein Theil der Gesteinsgänge im Hauptsteinkohlenflötz des Plauenschen Grundes bei Dresden, die schon v. Weissenbach bekannt waren und die von R. Hausse[5]) genau beschrieben wurden. Wegen

---

[1]) C. G. A. v. Weissenbach. *Ueber Gangformationen, vorzugsweise Sachsens.* B. Cotta's Gangstudien. I. Freiberg 1847. S. 17.

[2]) J. S. Diller. *Sandstone dikes.* Bull. of the geol. Soc. of America, Vol. I, 1890, p. 411. — Whitman Cross. *Intrusive sandstone dikes in granite.* Ebendort. Vol. V, 1894, p. 225.

[3]) A. P. Pawlow. *Dikes of oligocene sandstone in the neocomian clays of the district of Alatyr.* Geol. Mag., 1896, Vol. III, p. 49.

[4]) E. Kalkowsky. *Ueber einen oligoc. Sandsteingang an der Lausitzer Ueberschiebung bei Weinböhla.* Abh. d. Isis. Dresden 1897. II. S. 80.

[5]) R. Hausse. *Profile durch das Steinkohlenbecken des Plauenschen Grundes.* Leipzig 1892. Erläuterungen S. 97.

ihres Salbandes, das eine häufig zahnartig in die Steinkohle einspringende Profillinie zeigt, heissen sie dort Kämme.

Hier ist endlich auch der Platz, gewisse Erscheinungen an echten Erzgängen zu besprechen, die nur durch die Annahme einer späteren mechanischen Zuführung von Material von oben her erklärt werden können.

In der Segen Gottes Grube zu Zwittermühl im oberen Schwarzwasserthal im böhmischen Erzgebirge wurde ein Kobalterzgang abgebaut. 50 m östlich vom Schacht und 140 m unter Tage fand man Ende der 80er Jahre die eigentliche Gangfüllung zwischen den dort 0,6 m von einander abstehenden festen Salbändern ausgewaschen und auf 6 m Entfernung hin durch Flussgeröll ersetzt, das nach oben hin in sandige Massen überging[1]). Die Gerölle bestehen aus Gangquarz, Phyllitquarzit und Quarzphyllit, wie sie im normalen Schwarzwasserschotter dort vorkommen, sodass an deren Einschwemmung von oben her nach Ausspülung des weichen Eisernen Hutes nicht zu zweifeln ist.

Auf der Grube Diepenbrok bei Mühlheim an der Ruhr (Selbecker Erzgruben) wurde ein 0,5—8 m mächtiger wesentlich aus Zinkblende mit etwas Bleiglanz und Quarz bestehender Erzgang abgebaut, der auf Strecken bis 600 m lang ununterbrochene bauwürdige Gangmittel darbot. Anfang der 80er Jahre fuhr man[2]) in der 30 m-Sohle auf Schacht Dahm eine Geröll- und Sandmasse an, die Flussgeschiebe bis 10 Centner schwer enthielt, auch Fragmente von Coniferenholz und angeblich einen Mammuthzahn umschloss. Die Gerölle bestanden aus Thonschiefer und Grauwacke, zum Theil aber auch aus blendereicher Gangmasse oder fast reiner Zinkblende. Diese Geröll- und Sandablagerung bildete die 80 m breite Ausfüllung einer quer zum Streichen des dort etwa 1 m mächtigen Ganges verlaufenden Schlucht, von deren Dasein erst der Bergbau Kenntniss gab. Durch Gesenke wies man die Geröllmassen noch 5 m unter der 30 m-Sohle nach (d. i. auch 5 m unter dem Bett der Ruhr), ohne aber nach unten hin das Ende zu erreichen.

c) Lateralsecretionstheorie.

Nach der Lateralsecretionstheorie stammt das mineralische Ausfüllungsmaterial der Erzgangspalten aus dem Nebengestein, woraus es durch eindringende Sickerwässer chemisch ausgezogen worden ist, um alsdann in dem Spaltenraum wieder abgeschieden zu werden. Diese Idee findet sich schon in den Werken von Ch. T. Delius[3]), C. A. Gerhard[4])

---

[1]) Notiz von A. W. Stelzner nach Mittheilungen von E. Treptow.

[2]) Briefliche Mittheilung von Dir. Rötzel an A. W. Stelzner nebst vielen Belegen.

[3]) Ch. T. Delius. *Von dem Ursprung der Gebirge und der darinnen befindl. Erzadern.* Leipzig 1770.

[4]) C. A. Gerhard. *Beiträge zur Chemie und Geschichte des Mineralreiches.* Berlin 1773—76.

und G. S. O. Lasius[1]). Später wurde sie durch G. Bischof[2]) und ganz besonders auch durch J. G. Forchhammer[3]) verfochten. Der erstere führte den Nachweis, dass das chemische Bildungsmaterial der gewöhnlichsten Gangarten im Nebengestein der Gänge zugegen ist, und sprach bereits die Vermuthung aus, dass auch Eisen, Mangan und die übrigen Metalle in unseren Erzen aus den Silicaten des Nebengesteins abstammen könnten (l. c. S. 720), und dass wohl der Feldspath in den meisten Fällen der eigentliche Erzträger gewesen sei. Forchhammer fand in vielen Gesteinen ausser Eisen und Mangan auch etwas Zink, Nickel, Kobalt, Wismuth, Blei, Kupfer, Silber und Gold und schrieb namentlich dem Chlornatrium diesen Metallen gegenüber eine lösende Wirkung zu. Die Theorie wurde ferner auch von L. Dieulafait unterstützt, der die weite Verbreitung von Baryum und Strontium in allen krystallinen Gesteinen nachwies[4]), auch die Gegenwart sehr geringer Mengen von Kupfer, Zink und Mangan in vielen Gesteinen von neuem analytisch feststellte[5]).

Auch W. Wallace[6]) erklärte die Entstehung der Erzgänge von Alston Moor aus der Zersetzung und Auslaugung des bleihaltigen Kohlenkalksteins durch atmosphärische Wässer.

Endlich nahm F. von Sandberger[7]) diese Theorie auf und wandte sie auf alle möglichen Erzvorkommnisse an, auf Grund zahlreicher, von ihm selbst ausgeführter oder gesammelter Gesteinsanalysen. So führte er die Schwerspathführung vieler Gangspalten zurück auf den Baryumgehalt der granitischen und anderen Orthoklase, der schon A. Breithaupt bekannt war. Die Nickelerze der im serpentinisirten Palaeopikrit von Nanzenbach aufsetzenden Gangspalten leitete er ab

---

[1]) G. S. O. Lasius. *Beobachtungen über die Harzgebirge.* Hannover 1789—90.

[2]) G. Bischof. *Lehrbuch der chemischen und phys. Geologie.* 2. Aufl. 1863—71. III. Bd. S. 665 etc.

[3]) J. G. Forchhammer. *Ueber den Einfluss des Kochsalzes auf die Bildung der Mineralien.* Poggendorf's Ann., 1855, Nr. 5, S. 60.

[4]) L. Dieulafait. *Existence de baryte et de la strontiane dans toutes les roches primordiaires etc. Filons métallifères à gangue de baryte.* Comptes Rendues, Paris, 87. Bd., S. 934.

[5]) L. Dieulafait. Compt. R., 89. Bd., S. 453. 96. Bd., S. 70. 98. Bd., S. 568, 634.

[6]) W. Wallace. *The Laws, which regulate the disposition of Lead Ore in Veins illustrated by the mining districts of Alston Moor.* London 1861.

[7]) F. v. Sandberger. *Zur Theorie der Bildung der Erzgänge.* B. u. H. Z., 1877, Nr. 44 u. f. — Derselbe. *Ueber die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung des Nebengesteines.* Z. d. D. G. G., 1880, S. 350 etc.

vom Nickelgehalt des Olivins im frischen Gestein. Die Schwermetalle der Erzgänge im Gneissgebirge des Spessart und dem des Schwarzwaldes rühren nach ihm aus dem dunklen Glimmer dieses Nebengesteins her, und der verschiedene Metallgehalt dieser Glimmer spiegelt sich auch im Charakter der Erze dieser beiden Ganggebiete wieder.

Und in der That scheint die Anwendung der Lateralsecretionstheorie für viele Vorkommnisse von Erzgängen zulässig, wenn sie auch durchaus nicht in der Weise verallgemeinert werden darf, wie es F. von Sandberger wollte.

Beispiele von Erzgängen, die nach unserer Ansicht wirklich durch Lateralsecretion gebildet sind, sind folgende:

Auf Klüften des Quadersandsteines der Sächsischen Schweiz findet man überaus häufig dünne Platten von manganhaltigem Brauneisenstein, der auch den angrenzenden Quarzsandstein als ein Cement verkittet. Manchmal haben sich sogar eigentliche Gangtrümer gebildet, auch in früherer Zeit sehr unbedeutende Bergbauversuche veranlasst. Da Magnetit und andere Eisenerze in kleinen Partikeln, wie in den meisten Sanden, so auch in diesem Sandstein nachgewiesen werden können, ist eine Lateralsecretion und nachherige Abscheidung auf den Klufträumen sehr naheliegend. Oft hat übrigens auch eine Concentration des Eisengehaltes in Knollenform inmitten des Gesteins stattgefunden.

Sehr gewöhnlich sind Eisenerzgänge dieser Entstehung auch innerhalb eisenreicher Diabastuffe, wie z. B. im Lahnthal.

Ebenso scheinen die Manganerzgänge im Hornblendeporphyrit von Ilfeld am Harz entstanden zu sein. Schon der Umstand, dass sie gewöhnlich bereits in 12 m Teufe rasch verarmen, spricht für ihre Abhängigkeit von der Thätigkeit atmosphärischer Sickerwässer (s. S. 211).

Auch für die Entstehung der Gänge, Trümer und Nester von Garnierit und anderen hydrosilicatischen Nickelerzen innerhalb von Serpentinen scheint die Lateralsecretionstheorie mit vollem Rechte anwendbar zu sein. Der Olivin des Olivinfelses von Riddles in Oregon z. B. enthält, wie bereits S. 353 erwähnt, 0,26 % NiO, auch der Bronzit desselben Gesteines 0,05 % NiO. Bei der Serpentinisirung der Olivingesteine der Gegend von Numea auf Neu-Caledonien pflegen sich neben den Nickel-Hydrosilicaten auch zugleich kobalthaltige Manganverbindungen, Asbolan u. a. abzuscheiden und zwar räumlich getrennt von jenen.

Auch für andere Formen epigenetischer Lagerstätten erscheint diese Theorie anwendbar. Wir wiesen darauf bereits bei Besprechung der Eisenerze des Marquette-Districtes am Obern See hin (S. 82).

Wie bei den besprochenen Fällen das Eisen, das Mangan und Nickel aus der Zersetzung und Auslaugung des Nebengesteins mit Recht ableitbar waren, so ist es nach F. Sandberger[1]) auch eine grosse Zahl noch anderer Metalle. Besonders im Glimmer des krystallinen Nebengesteins vieler Erzgänge sah er den eigentlichen Ursitz der Schwermetalle innerhalb der Spalten.

Nach der Rammelsberg'schen Schreibweise lautet die Glimmerformel, wie folgt:

$$m \overset{\mathrm{I}}{R}_4 SiO_4,\ n \overset{\mathrm{II}}{R}_2 SiO_4,\ v \cdot (\overset{\mathrm{VI}}{R}_2)_2 Si_3 O_{12}.$$

Darin kann sein:

$\overset{\mathrm{I}}{R}$ = K, Na, nach F. Sandberger auch Li, Ag, H und F;

$\overset{\mathrm{II}}{R}$ = Mg, Fe, nach F. Sandberger zuweilen auch Ca, Ba, Mn, Ni, Co, Cu, Pb, Zn;

$\overset{\mathrm{VI}}{R}$ = (Al_2), in seltenen Fällen auch (Cr_2).

SiO_2 wird ausserdem zuweilen vertreten durch TiO_2 und SnO_2.

Die in manchen Glimmern von F. Sandberger aufgefundenen winzigen Mengen von As und Sb scheinen nach ihm in Form von Säuren zugegen zu sein.

In ganz ähnlicher Weise hat man sich nach demselben Autor den Gehalt an Schwermetallen bei Augiten und Hornblenden zu denken, die namentlich Pb, Cu, Zn häufig und ziemlich reichlich führen sollen.

Die Lösung und Auslaugung dieser Metallverbindungen denkt sich Sandberger durch Sickerwasser, welches Kohlensäure, Alkalien, sowie auch Schwefelwasserstoff enthält, von oben her bewirkt. H_2S wird ja von manchen atmosphärischen Wassern durch ihre Berührung mit verwesenden organischen Substanzen aufgenommen. Es entstehen zunächst lösliche Schwefelalkaliverbindungen. Diese vermögen die Verbindungen von Sn, As und Sb zu lösen, andererseits aber aus den Lösungen von Fe, Pb, Zn, Cu, Ag die Metalle als Schwefelmetalle auszufällen. Die Wirkungen von CO_2 und H_2S finden oft unter Gegenwart den ebenfalls durch Zersetzung organischer Substanzen entstandenen NH_4 und der aus der Verwitterung von Kieseinschlüssen im Nebengestein herrührenden H_2SO_4, sowie endlich auch zusammen mit organischen Säuren, Basen und Salzen statt.

---

[1]) Uebersichtlich zusammengefasst durch Carthaus. Sandberger's Erzgangtheorie. Z. f. pr. G., 1896, S. 108 ff., dem wir hier folgen.

In ähnlicher Weise erklärt sich nach Sandberger auch der Absatz der Gangarten.

Quarz resultirt aus der SiO_2 der zersetzten Silicate, Baryt aus dem Baryumgehalt[1]) der Feldspäthe, Calcit aus dem Calciumgehalt der Feldspäthe, Augite, Hornblenden u. s. w., Dolomit aus der Magnesia in Glimmern, Hornblenden und Augiten, Flussspath aus dem F der Glimmer und Hornblenden. Durch Einwirkung von H_2SO_4 geht zunächst Fluoralkali in Lösung und wird bei Berührung mit $CaCO_3$ zu CaF_2.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die aus der lateralen Secretion entstammenden mineralischen Gehalte der Sickerwässer oberhalb des Grundwasserspiegels einen bedeutenden Einfluss auf die secundären Erzconcentrationen in den Hutbildungen haben (vgl. S. 374), wie das neuerdings wieder sehr eingehend von Van Hise[2]) ausgeführt worden ist. Auch ist es wohl möglich, dass diese Ideen auf gewisse primäre Gangvorkommnisse anwendbar sind, für die grosse Mehrzahl der Erzgänge aber, wie zuerst A. W. Stelzner[3]) überzeugend nachgewiesen hat, müssen sie als eine Irrlehre bezeichnet werden. Der Irrthum konnte zu Stande kommen in Folge der Anwendung falscher Methoden von Seiten F. Sandberger's bei der Prüfung des Nebengesteins auf einen primären Gehalt an Schwermetallen und in Folge der Nichtberücksichtigung der längs Gangspalten, wie geschildert, allgemein herrschenden secundären Imprägnationserscheinungen, wobei die für die Gänge charakteristischen Metalle weit ins Nebengestein hinein wandern können.

A. W. Stelzner hat seinen Beweis an zwei allgemein bekannten Ganggebieten durchgeführt, an dem von Přibram und an dem von Freiberg.

Für Přibram hatte F. Sandberger den Ursprung des Metallgehaltes der Erzgänge in den Diabasen gesucht, die jene begleiten (siehe S. 262). Wenn aber nun auch thatsächlich die Analysen einen Gehalt an Blei und Silber in dem Diabas ergaben, so rührt dieser lediglich von mechanisch beigemengten, von den Erzgängen in das Nebengestein eingewanderten Erzpartikeln her. F. Sandberger hatte geglaubt, wenn er das Gestein mit Flusssäure aufschlösse, zersetze er zwar alle Silicate, aber nicht solche secundäre Erzpartikel mit, und wenn er daher in den so erhaltenen Lösungen Blei und Silber nachweise, so müssten diese gefundenen Gehalte chemisch an die mit Flusssäure zerstörten Silicate gebunden gewesen sein. F. Kolbeck und A. Schertel in Freiberg wiesen das Irrige dieser Meinung nach

---

[1]) Siehe auch R. Delkeskamp. *Die weite Verbr. d. Baryums etc.* Z. f. pr. G., 1902, April.

[2]) C. R. Van Hise. *Some Principles Controlling the Deposition of Ores.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1900, p. 73 etc.

[3]) A. W. Stelzner. *Die Lateralsecretionstheorie und ihre Bedeutung für das Přibramer Ganggebiet.* B. u. H. Jahrb. d. k k. Bergak., XXXVII. Bd., 1889.

und zeigten, dass Flusssäure auch Bleiglanz und andere sulfidische Erze zersetzt. Damit war dann Sandberger's angeblicher Nachweis ursprünglicher Metallgehalte im Diabas hinfällig geworden.

Für Freiberg wählte Stelzner[1]) eine andere Methode der Untersuchung. Mit ausserordentlicher Mühe und Sorgfalt zerlegte er typische Biotitgneisse, wie sie hier das Nebengestein bilden, mit Hilfe der Thoulet'schen und Klein'schen Lösung in sämmtliche einzelne Gemengtheile und stellte von einem jeden so viel ganz reine Substanz her, dass von geübten Analytikern Analysen davon gemacht werden konnten. Da die Gesteinsproben von ganz frischem Material und abseits von den Zersetzungszonen neben den Erzgängen entnommen waren, mussten diese Analysen eine sichere positive Auskunft geben, ob in den Silicaten des Gneisses die für die Freiberger Gänge charakteristischen Schwermetalle enthalten seien. Wohl selten wieder sind so äusserst genaue Sonderungen an irgend welchen complicirter zusammengesetzten Gesteinen vorgenommen worden. Da aber auch bei dieser ausserordentlichen Sorgfalt die erhaltenen Glimmer immer noch sulfidische Erzpartikel eingeschlossen enthielten, wurde den Analytikern die Aufgabe von Stelzner in der Form gestellt: „Es soll geprüft werden, ob Glimmer, in den möglicherweise kleine Mengen von Schwefelmetallen eingewachsen sind, auch in seiner eigenen Masse, d. h. als ursprüngliche chemische Bestandtheile (Silicate), Metalle enthält.“ Demzufolge wurden die Glimmer vor der Analyse fein zerrieben, mit Brom extrahirt und so die Kiesantheile vorher ausgelaugt.

Es wurden u. a. hierbei durch H. Schulze folgende Resultate erhalten:

	Brauner Glimmer aus		
	Ludwigschachter Gneiss	Himmelsfürster Gneiss	Wegefahrter Gneiss
SiO_2	33,09 Proc.	34,28 Proc.	34,38 Proc.
TiO_2	3,05 „	4,04 „	1,88 „
Al_2O_3	20,03 „	15,58 „	22,41 „
Fe_2O_3	2,85 „	15,67 „	12,66 „
FeO	17,94 „	10,01 „	8,10 „
MnO	0,26 „	0,42 „	Spur
MgO	8,70 „	9,52 „	9,48 „
CaO	0,94 „	0,88 „	0,72 „
K_2O	8,88 „	5,58 „	7,13 „
Na_2O	0,48 „	0,42 „	1,56 „
Li_2O	Spur	— „	— „
H_2O	3,75 „	2,75 „	2,02 „
F	–	— „	— „
Unlöslicher Rückstand	—	0,26 „	— „
Summa	99,97 Proc.	99,41 Proc.	100,34 Proc.
Schwermetalle nach Schulze	Ni, Co, Cu, Zn	Ni, Co, Cu	Ni, Co
Schwermetalle nach Sandberger	Ag, As, Pb, Zn, Co, Ni, Cu	Ag, As, Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Sn	Ag, As, Pb, Zn, Co, Ni, Cu, Sb

[1]) A. W. Stelzner. *Beiträge zur Entstehung der Freiberger Bleierz- und der erzgebirgischen Zinnerzgänge.* Z. f. pr. G., 1896, S. 377—412.

Die Untersuchung der Feldspäthe der Freiberger Gneisse ergab einen im Sinne einer Lateralsecretionstheorie zu verwerthenden Gehalt von BaO und von SnO_2.

Es enthielt z. B. nach H. Schulze der Orthoklas aus dem Ludwigschachter Gneiss:

SiO_2	65,18 Proc.,
Al_2O_3	18,44 „
Fe_2O_3	0,15 „
BaO	0,08 „
CaO	1,05 „
MgO	0,08 „
K_2O	13,33 „
Na_2O	1,64 „
SnO_2	0,03 „

der Oligoklas desselben Gesteines indessen:

BaO	0,03 Proc.,
SnO_2	0,08 „ .

Endlich fanden sich noch Schwermetalle in dem in sehr geringer Menge dem Gneisse beigemengten Magnetkies. 715 g Wegefahrter Gneiss enthielten nach A. W. Stelzner 4,65 g Magnetkies, und dieser ergab nach einer Analyse von H. Schulze:

Ni	0,61 Proc.,
Co	0,12 „

A. W. Stelzner konnte aus den angeführten und vielen anderen ähnlichen Resultaten seiner Untersuchungen zeigen, dass die Lateralsecretionstheorie für die Freiberger Erzgänge ganz und gar nicht zu Recht besteht, wenigstens was die Erze betrifft. Wurden doch die für Freiberg am meisten charakteristischen Metalle, Blei und Silber, überhaupt nicht in den Silicaten des Nebengesteins nachgewiesen, nicht einmal in Spuren. Das Verhältniss des im Magnetkies gefundenen Nickel- und Kobaltgehaltes gegenüber diesem absoluten Fehlbetrag des Bleies und Silbers ist darum ein ganz und gar anderes, wie es innerhalb der Freiberger Erzgänge zwischen diesen beiderseitigen Erzen besteht. Hier nämlich würden, wenn die Ausweise über die von den Gruben gelieferten Metalle zu Grunde gelegt werden, nach Stelzner etwa kommen auf

1 Nickel : 731 Silber, 85679 Blei, 2198 Kupfer, 3259 Zink, 43605 Schwefel, 5839 Arsen.

Wäre also die Sandberger'sche Theorie richtig, müssten diese anderen Metalle gegenüber dem Nickel auch in den Gemengtheilen des Gneisses in entsprechend so viel grösserer Menge vorhanden sein.

Bei dieser Sachlage muss es auch sehr unwahrscheinlich erscheinen, dass der BaO-Gehalt der Feldspäthe des Gneisses für die Herausbildung des Baryts in den Gangspalten den Ausgangspunkt gebildet hat, und dass die auf den Freiberger Gängen vorkommenden Carbonate aus dem Nebengestein stammen.

In neuester Zeit sind auch die Golderzgänge Australiens und Neu-Seelands daraufhin geprüft worden, ob etwa ihre Entstehung mit Hilfe der Lateralsecretionstheorie erklärt werden könnte, und zwar ebenfalls mit negativem Resultat. Diese sehr wichtige Untersuchung wurde von J. R. Don[1]) durchgeführt. Dieser prüfte über 400 Proben von

[1]) J. R. Don. *The Genesis of Certain Auriferous Lodes.* Transact. Am. Inst. Min. Eng., 27. Bd., 1898, p. 564—668.

Nebengesteinen aus verschiedenen Teufen und aus verschiedenen Entfernungen von den Gängen auf Gold, Silber und Sulfide unter Anwendung der sichersten und feinsten Methoden. Das Gold speciell bestimmte er auf trockenem Wege unter Anwendung von meist über 2 kg Gesteinsmaterial durch Ansieden mit besonders gereinigtem Blei.

Nirgends vermochte er in solchen Gesteinen, die frei von Pyrit und anderen Sulfiden waren, Gold nachzuweisen, und in tieferen Zonen, wo sowohl die Gänge als auch das Nebengestein noch unzersetzt waren, enthielten die in den Gesteinen enthaltenen Sulfide durchaus nicht immer Gold. Der Goldgehalt stellt sich vielmehr gewöhnlich erst in grosser Nähe der Gänge ein, sodass eine Einwanderung der goldführenden Sulfide von den Gangspalten aus nicht von der Hand zu weisen ist. Etwas anders lagen die Verhältnisse in der „vadosen Region" im Sinne Pošepny's, also über dem Grundwasserspiegel. Hier beschränkt sich der Goldgehalt der Nebengesteine nicht bloss auf die Gangnähe, sondern ist noch viel weiter abseits verbreitet und zugleich viel bedeutender. Don erklärt dies daraus, dass bei der mit der fortschreitenden Denudation immer sich erneuernden Eisernen Hut-Bildung viel Gold in Lösung geht, um in den zersetzten Nebengesteinen dieser oberen Teufen von neuem abgesetzt zu werden.

Als Hauptlösungsmittel betrachtet Don hierbei das Chlor. Dieses entsteht nach ihm wie folgt. Die bei der Oxydation von Sulfiden frei gewordene H_2SO_4 bildet mit Chloriden HCl, und aus dieser entwickelt sich mit den im Eisernen Hut so häufigen höheren Manganoxyden das Chlor. Freie HCl liess sich in den meisten frischen Grubenwassern nachweisen. Für den Wiederabsatz von Gold spricht dessen Gegenwart auch in den inneren Theilen alter Grubenhölzer.

Ein Haupthinderniss für eine allgemeinere Anwendung der Lateralsecretionstheorie ist namentlich auch die Beobachtung, dass in ein und demselben Gestein Gänge von ganz verschiedenem mineralogischen und chemischen Charakter aufsetzen können, wie z. B. im einförmigen Freiberger Gneissgebiet Gänge von recht abweichendem Typus nebeneinander gefunden werden. Umgekehrt setzen auch ein und dieselben Gänge durch ganz verschiedene Gesteinskörper hindurch, ohne zugleich eine wesentliche Aenderung in der chemischen Natur ihrer Füllung zu erfahren, oder wenigstens dieselben Gangtypen kehren in ganz verschiedenen Gesteinen wieder. So ist zu Freiberg das Nebengestein der kiesig-blendigen Bleierzgänge der Gneiss, bei Svenningdal[1]) in Norwegen Kalkstein mit Glimmerhornblendeschiefer und Granit.

---

[1]) J. H. L. Vogt. *Silbererz-Gangfeld von Svenningdal.* Z. f. pr. G., 1902, S. 8.

Ebensowenig vermag die Lateralsecretionstheorie, wie A. W. Stelzner treffend bemerkt hat, die ganz bestimmte zeitliche Reihenfolge, in welcher sich häufig die Gangarten und Erze in den Spaltenräumen angesiedelt haben, genügend zu erklären, da ja die fortschreitende seitliche Auslaugung des Nebengesteins von Rechtswegen immer gleiche Lösungen den Klüften zuführen müsste.

Eine Verallgemeinerung dieser Theorie ist darum entschieden abzulehnen.

d) Die Ascensionstheorien.

Die Ascensionstheorien lassen das Material zur Ausfüllung der Spalten und Imprägnation des Gesteins aus der unbekannten Tiefe aufsteigen und zwar in verschiedener Weise:

1. im feurigflüssigen Zustande, als Injectionstheorie;
2. in Form von Gasen und Dämpfen, als Sublimationstheorie;
3. in mehr oder minder heissem Wasser, das zugleich Gase enthält, gelöst, als Thermaltheorie.

1. Die Injectionstheorie.

Die merkwürdigen Vorstellungen von A. Petzholdt[1]) und von J. Fournet[2]), wonach die Erzgänge durch Einspritzung eines aus dem tiefsten Erdinnern kommenden metallreichen Schmelzflusses aufzufassen wären, haben jetzt nur noch historisches Interesse.

Einen dieser Idee analogen künstlich, wenn auch unabsichtlich, hervorgerufenen Vorgang wollte B. von Cotta[3]) in den kleinen Gängen von Schwefelmetallen in den Mauerfugen eines alten Flammofens der Muldner Hütten bei Freiberg sehen. Diese künstlichen Gänge durchsetzten zum Theil auch die aus Gneiss bestehende Bruchsteinmauerung und hatten namentlich Bleiglanz zur Füllung. Dieser Gneiss war ausserdem mit anscheinend völlig insularen Erzpartikeln seitlich imprägnirt. Mit Recht hat wohl Plattner, der die interessanten Kunstproducte ebenfalls untersuchte, bei ihrer Entstehung der Sublimation gegenüber der schmelzflüssigen Injektion die Hauptrolle zugewiesen.

Wie weiter unten gezeigt werden wird, ist neuerdings die alte Injectionstheorie wieder von neuem aufgetaucht, indem sie durch Weinschenk auf die Kieslagerstätte von Bodenmais angewandt wird.

---

[1]) A. Petzholdt. *Erdkunde.* Leipzig 1840.

[2]) J. Fournet. *Vereinfachung der Lehre von den Gängen.* Freiberg 1846. Uebers. aus dem Franz. durch H. Müller.

[3]) B. v. Cotta. *Ueber Erzgänge in einer Flammofensohle.* Gangstudien, II, Freiberg 1854, S. 1—19.

2. Die Sublimationstheorie.

Dass gewisse Erzvorkommen durch Sublimation entstehen können, unterliegt keinem Zweifel. Wir erinnern an die völlig beglaubigte Entstehung von Eisenglanz auf Laven recenten Alters und in Kratern thätiger Vulkane, oft innerhalb von Spalten. Der Vorgang verläuft nach folgendem chemischen Schema:

$$2\,FeCl_3 + 3\,H_2O, \text{ beide in Dampfform,}$$
$$\text{geben } Fe_2O_3 + 6\,HCl.$$

Nach Bunsen bezeichnet man diese Art von Entstehung von Mineralien durch Reactionen verschiedener Gase und Dämpfe auf einander als Pneumatolyse.

Auch während der Röst- und Schmelzprocesse unserer Metallhütten bilden sich mitunter Sublimationsproducte mit den Eigenschaften natürlicher Erze, wie z. B. künstlicher Bleiglanz, Zinkblende, Realgar u. s. w. Noch eine ganze Reihe anderer Erze lassen sich endlich auf experimentellem Wege unter Luftabschluss u. s. w. sublimativ darstellen.

Ein Hauptvertreter der Sublimationstheorie für Erzgänge im allgemeinen Sinne war namentlich Durocher[1]. Er meinte, dass man die Ungleichheit in der Vertheilung der Erze auf den Gängen am besten durch Annahme ihres Absatzes aus Gasströmen erklären könne. Er suchte diese Theorie auch experimentell zu erklären, indem er metallische Dämpfe durch erhitzte Glasröhren streichen liess und so Absätze verschiedener sulfidischer Erze erzeugte.

Im engeren Sinne, nämlich nur auf die Gänge der Zinnerzformation, wurde die Sublimationstheorie schon etwas früher von A. Daubrée[2] angewandt und zählt auf diesem beschränkten Gebiete noch heute viele Anhänger. Daubrée wies auf die Beständigkeit der Verbindung Fluorzinn bei hohen Temperaturen hin und nahm an, dass das Zinn in dieser Verbindung während oder unmittelbar nach den Graniteruptionen aus der Tiefe der granitischen Magmaheerde aufgestiegen sei, und zwar zugleich mit Bor- und Fluorverbindungen, wie z. B. Fluorsilicium, sowie gasförmigen Chlor- und Phosphorverbindungen. Er stützte diese Hypothese auf die starke Betheiligung von Fluor, Bor, Chlor und Phosphor an der Zusammensetzung der für die Zinnerzformation

---

[1] Durocher. *Production artificielle, par voie sèche, des principaux minéraux contenus dans les gîtes métallifères.* Comptes Rendues XXXII, 1851, p. 823 und XLII, 1856, p. 850.

[2] A. Daubrée. *Mém. sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain.* Ann. des Mines, 3. sér., t. XX, 1841, p. 65.

(S. 213) charakteristischen Gangarten. Zum Beweis stellte er ferner experimentell Zinnstein aus flüchtigen Verbindungen dar. Allerdings benutzte er hierzu nicht das Fluorzinn, wohl aber das ganz analoge Zinnchlorid. In einer zur Weissgluth erhitzten Porzellanröhre, durch die er Dämpfe von Zinnchlorid und Wasser streichen liess, erhielt er thatsächlich Chlorwasserstoff und kleine Kryställchen von Zinnstein. Der Vorgang verläuft nach der Formel:

$$SnCl_4 + 2\,H_2O = 4\,HCl + SnO_2.$$

Ganz analog ist dann zu denken:

$$SnF_4 + 2\,H_2O = 4\,HF + SnO_2.$$

Ebenso ergab das analoge Experiment:

$$TiCl_4 + 2\,H_2O = 4\,HCl + TiO_2.$$

Dieses letzte veranlasste A. Daubrée auch die Gänge mit Titanmineralien, wie sie z. B. in der Dauphinée verbreitet sind, auf pneumatolytische Weise zu erklären.

Diese Ideen erhalten eine Stütze durch den Nachweis entsprechender Metallverbindungen in den Fumarolen heutiger Vulkane. So sind nach A. Bergeat von A. Cossa in den Absätzen der Fumarolen der Insel Vulcano fast alle für die Zinnerzformation bezeichnenden Elemente nachgewiesen worden: neben Bor und Fluor auch Lithium, Zinn, Wismuth, Kupfer, Phosphor und Arsen[1]).

Dass in der Natur übrigens ein Absatz von Zinnoxyd auch auf rein wässerigem Wege und sogar bei gewöhnlicher Temperatur und bei normalem Atmosphärendruck möglich ist, wird bewiesen durch das Vorkommen von Fragmenten von Hirschgeweihen in den Cornwaller Zinnerzseifen, Fragmenten, deren organische Substanz nach J. H. Collins[2]) sich durch Zinnoxyd theilweise ersetzt erwies. Auch der Nachweis von Zinnoxyd in manchen Mineralwassern, besonders auch in der warmen Quelle Ajer Panas in Sĕlangor auf Malaka darf herangezogen werden. Der Kieselsinter dieser Therme enthält nach St. Meunier folgende Substanzen:

Kieselsäure	91,8 %
Wasser	7,5 „
Zinnoxyd	0,5 „
Eisenoxyd	0,2 „

[1]) A. Bergeat. *Die äolischen Inseln.* Abh. Akad. München. XX. 1899. S. 193.

[2]) J. H. Collins. *Cornish Tin-Stones and Tin-Capels.* Mineralog. Magaz., IV, 1882, p. 115.

Demungeachtet sprechen alle Erscheinungen, die wir an den Granitstöcken kennen lernten, sehr für die Daubrée'sche Annahme gas- und dampfförmiger metallhaltiger Exhalationen während und unmittelbar nach der Intrusion des granitischen Magmas. Nur darf man sicher nicht glauben, dass es allein Dämpfe gewesen sind, denen die Mineralien der Zinnerzgänge ihre Entstehung verdanken, sondern vielmehr eine Mischung von heissen Lösungen und Dämpfen. Wir meinen sogar, dass die ersteren weit überwogen haben müssen. Die Ausfüllung so mächtiger Zinnerzgänge, wie z. B. die von Zinnwald S. 218 geschilderten mit ihren Drusenräumen, in die bis 30 cm lange Quarzkrystalle hineinragen, deutet sicher darauf hin, dass hier eine Abscheidung aus Lösungen stattgefunden haben muss. Die zahlreichen Flüssigkeitseinschlüsse in den Topasen, Turmalinen, Quarzen u. s. w. der Zinnerzgänge sind auch am ungezwungensten bei dieser Annahme zu erklären.

An anderem Orte[1]) haben wir nachgewiesen, dass noch nach Entstehung der Zinnerz haltenden Imprägnationsklüfte in der Peripherie des Granitstockes von Zinnwald Nachschübe von granitischem Magma erfolgt sind, wie die jene Zwittertrümer durchschneidenden kleinen Gänge von feinkörnigem, glimmerarmem Granit im Teplitzer Quarzporphyr beweisen. Auch diese Beobachtung spricht sehr dafür, dass die Entstehung der Gänge der Zinnerzformation eine unmittelbare Begleiterscheinung der Granitintrusion gewesen ist, und sonach der Annahme von dampfförmigen Exhalationen neben überhitzten Schwitzwassern des noch heissen Magmas nichts im Wege steht.

In früherer Zeit war die Sublimationstheorie auch für die Quecksilbererzlagerstätten sehr beliebt, für welche sie wohl zuerst von G. S. O. Lasius[2]) ausgesprochen worden war. Seit den Erfahrungen an den californischen Quecksilbererzlagerstätten (s. S. 364) ist sie für diese Gruppe von Gängen wohl allseitig aufgegeben worden.

Früher dachte man auch bei der Entstehung gewisser Golderzgänge an Sublimationen. Das Vorkommen von gediegen Arsen, z. B. an der Unterseite von quer zum Salband gestellten Krystallen von Manganspath auf Golderzgängen von Nagyág, glaubte man nur durch die Sublimationstheorie erklären zu können. Noch F. von Richthofen[3]) nahm damals an, dass die Golderzgänge im Propylit Ungarns und Nordamerikas auf sublimativem Wege während einer Art von Solfatarenthätigkeit der dortigen Eruptivheerde gebildet seien. Auch auf diesem Gebiete sprechen die beobachteten Erscheinungen mehr für die Thermaltheorie, zu der wir uns nun zu wenden haben.

---

[1]) R. Beck. *Einige Beob. im Gebiete der Altenberg-Zinnwalder Zinnerzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1896, S. 148.

[2]) G. S. O. Lasius. *Tagebuch einer Reise in die Gegend der Pfälzischen Quecksilberberge, in Born-Trebra.* Bergbaukunde. II. 1790. S. 353.

[3]) F. v. Richthofen. *Studien an den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1860, S. 275.

3. Thermaltheorie.

Der Hauptsitz der Anschauung, dass die Erzgänge wesentlich durch Absätze aus aufsteigenden Thermalwässern erzeugt worden seien, der Infiltrationstheorie, wie man sie früher meist nannte, der Thermaltheorie, wie sie jetzt allgemein treffender bezeichnet wird, ist Freiberg gewesen. Durch die zahlreichen Arbeiten von F. C. von Beust, H. Müller, Th. Scheerer, B. von Cotta und A. W. Stelzner wissenschaftlich fest begründet, ist sie durch die zahlreichen Schüler der beiden letztgenannten in alle Welt hinaus getragen worden. Ihre Ausgangspunkte allerdings sind in Frankreich zu suchen. E. de Beaumont[1]) hat zum ersten Male die Erzgangbildung mit ausführlicherer Begründung in Zusammenhang mit dem überhitzten Erdinneren gebracht. Die Gänge verdanken nach ihm ihre Entstehung vulkanischen Emanationen und zwar heissflüssigen Injectionen, dampfförmigen Sublimationen und wässerigen Infiltrationen. Von jener Zeit ab sind diese Anschauungen in Frankreich die herrschenden geblieben und bestimmen u. a. den Grundton in den grossen, für die Geschichte der Erzgeologie so einflussreichen Werken von A. Daubrée „Les eaux souterraines aux époques anciennes" (1887) und von E. Fuchs und L. de Launay „Traité des Gîtes Minéraux et Métallifères" (1893). Auch Th. Kjerulf und die von ihm beeinflusste skandinavische Geologenschule haben die Thermaltheorie mächtig gefördert. Ihren prägnantesten Ausdruck hat sie aber ohne Zweifel gefunden in dem überaus anregenden Werke F. Pošepny's[2]) „Ueber die Genesis der Erzlagerstätten", das zuerst in englischer Sprache 1893 erschien. In Nordamerika war für die in Pošepny's „Genesis" bis zu den äussersten Consequenzen durchgeführte Thermaltheorie der Boden schon vorbereitet gewesen, denn schon früher hatten sich dort J. S. Newberry[3]) und andere bedeutende Erzgeologen als ihre Anhänger bekannt.

Den eigentlichen Sieg, das kann man wohl sagen, hat sie erst davongetragen, seit A. W. Stelzner der Lateralsecretionstheorie in der

---

[1]) E. de Beaumont. *Ueber die vulkanischen und metallischen Emanationen oder Ausströmungen*, übers. in B. v. Cotta's Gangstudien I, Freiberg 1850, S. 329—436, aus dem Bull. de la Soc. Géol. de France, 2. Ser., t. IV, p. 1249 etc.

[2]) F. Pošepny. *On the Genesis of Ore-Deposits.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Chicago Meeting 1893, Bd. XIII, p. 587 etc. Neu herausgegeben und mit anderen wichtigen Arbeiten über denselben Gegenstand zu einem Bande vereint als Second Edition New York City 1902. Publ. by the Inst.

[3]) J. S. Newberry. *The Origin and Classification of Ore Deposits.* New York 1880.

Sandberger'schen Fassung jene vernichtende Niederlage beigebracht hatte. Stelzner schloss seinen letzten posthumen Aufsatz in diesem wissenschaftlichen Streit mit folgenden Worten:

„Nach alledem finden die thatsächlich beobachtbaren Verhältnisse eine befriedigende Erklärung, wenn wir annehmen, dass die Lösungen, welche die Spalten ausfüllten, nicht Tagewässer, sondern Quellwässer waren, dass sie an verschiedenen Orten und vielleicht auch zu verschiedenen Zeiten eine verschiedene Beschaffenheit — in chemischer und physikalischer Hinsicht — besassen, und dass sie die Stoffe, welche sie auf Gangspalten absetzten, zum grösseren Theile aus der Tiefe mit emporgeführt und nur zum kleineren Theile aus den von diesen Spalten durchsetzten Gesteinskörpern ausgelaugt haben"[1]).

Diese Fassung der Thermaltheorie wollen auch wir den weiteren Besprechungen zu Grunde legen.

Mit der Lateralsecretionstheorie hat die Thermaltheorie die Voraussetzung gemeinsam, dass sich das Material der Erzgänge mit Ausnahme des mechanisch eingeführten Ganggesteins aus wässerigen Lösungen ausgeschieden hat. Diese Voraussetzung ist völlig einwandfrei, da wir namentlich seit den grossen Untersuchungen von G. Bischof die Löslichkeit aller Erze und Gangarten unserer Gänge in Wassern, die Kohlensäure und andere Gase enthalten, sicher kennen. Ausserdem sind hierfür die Pseudomorphosenbildung und die Krustenstructur wichtige Beweismittel. Auch die häufigen Flüssigkeitseinschlüsse im Gangquarz und anderen Gangmineralien sprechen hierfür. Führen doch auch die Erze selbst solche, wie sich dies an durchsichtigen Zinkblenden und Rothgiltigerzen zeigen lässt.

Eine Hauptstütze der Thermaltheorie ist die Thatsache, dass in dem Wasser oder den Absätzen der heutigen Thermen metallische und nichtmetallische Elemente von der Art, wie sie an der Zusammensetzung von Erzen und Gangarten der Gänge sich wesentlich betheiligen, nachgewiesen werden können. Eine sehr ausführliche Zusammenstellung davon hat schon G. Bischof[2]) gegeben, und seitdem sind unsere Kenntnisse noch wesentlich vermehrt worden, wie die Uebersichten bei J. Roth[3]) und bei L. De Launay[4]) uns lehren. Wir heben aus dem

---

[1]) Z. f. pr. G., 1896, S. 412.

[2]) G. Bischof. *Chem. u. phys. Geologie.* 1. Aufl. II. Bd. 1847. S. 2079ff. 2. Aufl. III. Bd. 1866. S. 904—912.

[3]) J. Roth. *Chem. Geologie.* I. Bd. 1879. S. 564ff.

[4]) L. De Launay. *Recherche, Captage et Aménagement des Sources Thermo-Minerales.* Paris 1899. p. 85ff.

reichen Beobachtungsmaterial nur einige wenige Thatsachen in der Hauptsache an der Hand des De Launay'schen Werkes hervor:

Die Gegenwart von Schwefel als Schwefelwasserstoff, oder als Sulfat und Sulfid von Alkalien, Erden, seltener von Metallen, sowie auch die Anwesenheit von Kohlensäure in freiem oder gebundenem Zustande ist in zahlreichen Thermen seit lange bekannt. Sehr häufig finden sich auch Verbindungen des Chlors. Brom, an Alkalien gebunden, ist bekannt aus den Thermen von Nauheim, Jod z. B. von Vichy. Fluor wurde für die Quellen von Karlsbad, Plombières, Vichy u. a., Phosphorsäure für die letztgenannten nachgewiesen. Arsen fand sich am reichlichsten in den Thermen von Bourboule (0,0155 g arsensaures Natron auf den Liter). Borsäure ist in mehreren Geysirs (heissen, Kieselsäure absetzenden Quellen) bekannt, sowie auch von den noch ausführlicher zu erwähnenden Thermen von Sulphur Bank und Steamboat Springs im westlichen Nordamerika. Man wies sie auch nach für Salies und mehrere andere Thermen der Pyrenäen, für Tarasp und Sct. Moritz, für Friedrichshall und Homburg, für die heissen Wasser der Kupfergrube von Boccheggiano (S. 437). Aus den Quellen von Salies werden sogar borsaure Salze gewonnen. Kieselsäure wurde, abgesehen von den eigentlichen Geysirs, nachgewiesen in den Thermen von Plombières, Karlsbad und vielen anderen. Titansäure wird von dem Brodelbrunnen zu Pyrmont und von Karlsbad angeführt. Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Aluminium sind höchst verbreitet. Lithium führen u. a. die Wässer von Vichy, Bourboule und Ballardvale, Spuren von Rubidium und Caesium wollen wir der Vollständigkeit halber von Karlsbad, Vichy, Bourbon u. a. anführen. Baryum und Strontium sind z. B. zugegen in den Quellen von Ems (0,0028 g pro Liter) und von Karlsbad. Eine Quelle bei Lautenthal im Harz, die 40 l pro Minute giebt, hat in nur 3—5 Jahren 2000 kg Baryt abgesetzt. Eisen und Mangan sind sehr häufig, das erstere nicht selten sehr reichlich vorhanden. Spuren von Chrom enthalten die Sprudelabsätze zu Karlsbad. Nickel kennt man von Ronneby in Schweden, Kobalt von Lamalon (Hérault), Zink von Pyrmont, Zinn von Kissingen u. a. O., Kupfer von Bruckenau, Rippoldsau und Sct. Moritz, Blei scheint noch nicht sicher bestätigt zu sein. Gold wird in Spuren von Karlsbad angegeben. Seine Anwesenheit in Thermen wird durch ein Stück vermodertes Holz in den heissen Quellen von Taupo auf Neuseeland bewiesen, worin Liversidge goldhaltigenPyrit entdeckte. Antimon wies man nach für Pyrmont, Quecksilber für mehrere californische Thermen (siehe später). Silber scheint noch nicht sicher constatirt zu sein.

Noch beweiskräftiger, als diese Gegenwart von Metallen in vielen Thermen ist die weitere Thatsache, dass manche Thermen noch jetzt auf Erzgängen emporsteigen. Dies wurde zuerst ausführlich von A. Daubrée[1]) und von H. Müller[2]) dargelegt.

Bei Plombières in den südlichen Vogesen entspringen in einer 220 m langen und 70 m breiten Zone zahlreiche Mineralquellen aus dem Granit. Die Temperatur der heissesten beträgt 73° C, der übrigen nur 15—30° C. Unter ihren chemischen Bestandtheilen, die nicht mehr denn 0,03 g pro Liter ausmachen, herrscht kieselsaures Kali vor. Als man zur Vornahme neuer Fassungsarbeiten an den sog. seifigen Quellen in den Granit eindrang, durchschnitt man mehrere Gänge von Quarz und Flussspath, mit dem sich auch der anstossende Granit, sowie der aufgelagerte unterste Buntsandstein imprägnirt erwiesen. Ausser den genannten Mineralien führten die Gänge auch etwas Schwerspath, Eisenkies und Rotheisenerz. Längs den Salbändern dieser Gänge steigen die Thermalwasser auf. Dass diese Absätze auf Klüften noch heute stattfinden, bewiesen Flussspathkryställchen inmitten der römischen Mauerung, sowie eine Reihe interessanter Neubildungen, die durch Reactionen zwischen den im Thermalwasser enthaltenen Verbindungen auf die Bestandtheile des Betons aus der Römerzeit entstanden sind. In den Hohlräumen der mit Kalkmörtel zusammengefügten Backsteine sind Zeolithe, namentlich Apophyllit und Chabasit auskrystallisirt, begleitet von Opal und Aragonit. Noch viel mannigfaltigere Neubildungen traf man 1874 ebenfalls nach A. Daubrée[3]) beim Ausräumen eines alten Römerbrunnens auf einer Thermalspalte von Bourbonnes-les-Bains an. Hier waren durch die Einwirkung des Thermalwassers auf zufällig hineingerathene Gold- und Silbermünzen, Stücke von Bleirahmen, Statuetten von Bronze, Gegenstände von Eisen u. dergl. seit der Römerzeit eine ganze Reihe von Erzen ausgeschieden worden, wie Bleiglanz, Phosgenit, Anglesit und Cerussit, sowie Rothkupfererz, Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Antimonfahlerz, Atakamit, endlich Eisenkies und ein kieselsäurereiches Oxydationsproduct des Eisens.

---

[1]) A. Daubrée. *Mém. sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères etc.* Ann. d. Mines, V. Ser., t. XIII, Paris 1858, S. 227—256.

[2]) H. Müller. *Ueber die Beziehungen zwischen Mineralquellen und Erzgängen im nördlichen Böhmen und in Sachsen.* B. v. Cotta's Gangstudien. III. Freiberg 1860. S. 261—309.

[3]) A. Daubrée. *Experimental-Geologie.* Uebersetzt von A. Gurlt. 1880. S. 57—91.

Von den zahlreichen von H. Müller zusammengestellten Nachweisen seien nur einige wenige hervorgehoben:

Die Thermen von Wiesenbad und von Wolkenstein in der Gegend von Annaberg entspringen nach H. Müller auf drusigen Quarzgängen, die theilweise Baryt führen.

In der Grube Churprinz Friedrich August Erbstolln zu Grossschirma, nördlich von Freiberg, baute man (siehe S. 267) auf Gängen der barytischen Bleierzformation, die im Biotitgneiss aufsetzen. Auf einem derselben, dem Ludwig Spat, wurde im Jahre 1821 etwa 160 m unter Tage eine Mineralquelle mit einer Temperatur von 29,5° C erschroten, die namentlich auf Kreuzungspunkten übersetzender Klüfte empordrang. Nach einer chemischen Untersuchung erwies sie sich als ein fast ganz eisenfreier alkalisch-erdiger Säuerling mit freier Kohlensäure.

Erwähnt sei auch die in 331 m Tiefe auf dem Geschieber-Gang zu Joachimsthal im böhmischen Erzgebirge im Jahre 1864 angehauene Therme von 28° C., von der F. Laube berichtet[1]).

Sehr merkwürdig ist die heisse Quelle, welche im Jahre 1901 auf dem Kupfererzgang der Grube Boccheggiano (siehe S. 267) bei Massa Marittima (Toscana) angefahren worden ist. Ihre Temperatur beträgt 40,6° C. Nach einer uns von der Grubenverwaltung mitgetheilten Analyse von Fresenius enthielt 1 Liter dieses Thermalwassers:

Schwefelsäure	0,3100 g
Kieselsäure	0,0232 „
Borsäure	0,0073 „
Chlor	0,0179 „
Kohlensäure (an Basen gebunden)	0,0771 „
Kalkerde	0,2718 „
Magnesia	0,0271 „
Eisenoxydul	0,0035 „
Kali	0,0288 „
Natron	0,0060 „
Sa.	0,7727 „

F. Sandberger hat diesen und anderen Thatsachen gegenüber eingeworfen, dass die meisten Thermen nur auf der Erdoberfläche Absätze hinterlassen, nicht aber echte Krustenbildungen in ihren Ausflusskanälen erzeugen. Dieser Einwand ist hinfällig bei gewissen Beobachtungen aus dem westlichen Nordamerika, wonach auch in den Thermal-

[1]) Laube. *Geologische Excursionen.* 1884. S. 15.

spalten selbst sich Absätze von metallhaltigen Verbindungen aus noch heute hervorbrechenden Thermen bilden.

An den Steamboat Springs in Nevada (6 Meilen vom bekannten Comstock Lode entfernt) wird der Untergrund aus Granit gebildet, der von jura-triasischen Schichten bedeckt und von Andesiten und Basalten durchbrochen wird. Dem Boden entströmen neben Gasen, vorwiegend Kohlensäure und etwas Schwefelwasserstoff, auch Thermen von 75° C.

Im Kieselsinter des Bassins von Steamboat Springs findet man Metallsulfide. Ein von Metastibnit (Sb_2S_3) roth gefärbtes Sinterstück im Gewicht von 3403 g enthielt:

Gold	0,0034 g,	Silber	0,0012 g,
HgS	0,0070 „	PbS	0,0720 „
CuS	0,0424 „	Fe_2O_3	3,5924 „
$(Sb, As)_2S_3$	78,0308 g.		

Nach G. Becker[1]) enthalten 10 Liter des Thermalwassers von Steamboat Springs:

$FeCO_3$	0,0029 g,	NaCl	14,1475 g,
$MgCO_3$	0,0099 „	KCl	1,9735 „
$CaCO_3$	0,1577 „	Na_2SO_4	1,1147 „
$NaHCO_3$	2,9023 „	Li_2SO_4	0,5650 „
Na_2CO_3	0,4313 „	$Na_2B_4O_7$	3,1368 „
$Ca_3P_2O_8$	0,0137 „	$Na_2Si_4O_9$	3,9090 „
Al_2O_3	0,0025 „	Na_3SbS_3	0,0100 „
NaHS	1,1147 „	Na_3AsS_3	0,0866 „
n Na_2S, HgS	Spuren.		

Mit einem bei Steamboat Springs getriebenen Stolln wurde in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche eine Kluft überfahren, durch welche Thermalwasser ausgeströmt war. Auch in dieser Kluft hatte sich quarzige Gangart mit Zinnober abgesetzt und zwar mit deutlicher Krustenstructur.

Ebenso lehrreich sind auch die Verhältnisse der Quecksilbergrube Sulphur Bank in der californischen Coast Range. Es wurde zuerst von J. A. Phillips[2]) auf die grosse Bedeutung dieses Vorkommnisses für die Thermaltheorie der Gänge hingewiesen. Später folgten genauere Untersuchungen von J. Le Conte und W. B. Rising[3]) und noch später von G. F. Becker[4]). Die Grube wurde ursprünglich als Tagebau auf Schwefel betrieben. In der Tiefe blieb der Schwefel aus, dagegen stellten sich reiche Zinnobererze ein und zwar auf Spalten und als Imprägnation inmitten des ganz zersetzten Gesteins. Dieses besteht aus Sandsteinen und Schiefern, die oft breccienartig zerstückelt sind, und darüber aus einer Basaltdecke.

---

[1]) G. Becker. *Quicksilver ore deposits of the Pacific Slopes.* U. S. Geol. Survey Monograph., XIII, 1888.

[2]) J. A. Phillips. *Notes on the Chemical Geology of the Goldfields of California.* Philos. Magaz., XXXVI, 1868, p. 321.

[3]) J. Le Conte and W. B. Rising. *The Phenomena of Metalliferous Vein-formation now in progress at Sulphur Bank, Cal.* Amer. Journ. of Sc., XXIV, 1882, p. 23.

[4]) G. F. Becker, l. c.

Auf den Zinnober führenden Spalten dringen heisse Wasser und Gase hervor. Das Thermalwasser setzt neben Zinnober auch Pyrit und Opal ab. Die Kieselsäureabsätze finden sich in allen möglichen Stadien der Erhärtung, vom gelatinösen Zustand bis zur Beschaffenheit des Chalcedons, und alterniren mit Krusten von Zinnober und Pyrit. Die Temperatur des Wassers betrug 80° C. Die in diesen Thermen gelösten Bestandtheile waren vorzüglich Chlorverbindungen, Borax und doppeltkohlensaures Natron. Die mit ausströmenden und zum Theil im Wasser absorbirten Gase erwiesen sich als ein Gemisch von 893 CO_2, 2 H_2S, 79 CH_4 und 25 N nebst Spuren von Ammoniak p. m. Der erwähnte Pyrit enthielt kleine Mengen von Gold und Kupfer.

Ganz besonders lehrreich endlich sind die von W. H. Weed[1]) beschriebenen Verhältnisse an den heissen Quellen von Boulder in Montana. Die Quellspalten führen hier Absätze von Chalcedon oder Jaspis, sowie auch von Stilbit. Sowohl diese Kluftfüllung, wie auch der unmittelbar angrenzende Granit, dessen Feldspäthe und Quarze, Hornblenden und Biotite in Sericit oder Kaolin umgewandelt sind, enthalten geringe Mengen von Edelmetallen und zwar bis 1,5 g Gold und bis 12,4 g Silber pro t.

In innigem Zusammenhang mit der Thermaltheorie steht die weitere Frage: „Woher stammt das aufsteigende Thermalwasser?" Rührt es von den atmosphärischen Wassern her, die aus der nahe der Erdoberfläche gelegenen Region (vadosen Region F. Pošepny's) in die stark erwärmte Tiefe (profunde Region desselben Autors) hinabgesickert sind, um dort umzukehren, wenn sie auf grössere Spalten stossen, oder stammt es von den in der frühesten Bildungsperiode des Erdballes bereits von den glühendflüssigen Magmen absorbirten Wasserdämpfen her?

A. Daubrée[2]) glaubte diese Frage im Sinne der ersteren Antwort gelöst zu haben, indem er, anknüpfend an frühere Versuche von Jamin, experimentell nachwies, dass nach den Gesetzen der Capillarität trotz eines von unten her wirkenden, durch die dortige starke Wärmeentwicklung verursachten Gegendruckes das Einsickern von atmosphärischem Wasser auf den Haarspältchen der Gebirgsarten bis in die heissen Zonen des Inneren möglich sei. Verfällt dieses Sickerwasser aber auf weiter klaffende Spalten, für welche die Gesetze der Capillarität nicht gelten, so müsse dieses jetzt stark erwärmte Wasser als Therme oder Dampf nach der Oberwelt zurückkehren, und es seien so die Dampfexplosionen und andere vulkanische Erscheinungen zu erklären. F. Pošepny[3]) wandte die Ergebnisse dieser Experimente

---

[1]) W. H. Weed. *Mineral vein formation at Boulder Hot Springs, Montana* U. S. Geol. Surv., 21. Ann. Rep., pt. II 1900, pp. 227—255. Plates.

[2]) A. Daubrée. *Experimental-Geologie.* 1880. S. 180.

[3]) F. Pošepny. *Ueber die Bewegungsrichtung der unterirdisch circulirenden Flüssigkeiten.* Compte Rend. de la 3. session du Congr. Géol. Intern., Berlin 1885, S. 71. — Genesis. S. 38.

speziell auf die Thermaltheorie an und formulirte seine Anschauung in folgenden Sätzen:

„Das Grundwasser hat auch in der profunden Region eine Descenz durch die Capillarien des Gesteins. In einer gewissen Tiefe angelangt, dürfte sich eine laterale Bewegung gegen die offenen Kanäle geltend machen. An diesen angelangt, kehrt es ascendirend an die Oberfläche zurück.“

Dem gegenüber sind neuerdings mehrfach Zweifel geäussert worden, ob das Daubrée'sche Experiment wirklich für die Verhältnisse im Erdinnern sich anwenden lässt, wo die Capillarität von dem hohen Druck beeinflusst werden muss, unter dem alle Massen stehen. Auch hat J. F. Kemp[1]) auf die Thatsache hingewiesen, dass man in den Tiefbauen mehrerer Gruben durchaus nichts von dem allgemeinen Tiefersickern des Wassers im Gestein bemerkt, dass diese Baue sogar unter hoher Trockenheit leiden, wie in der Calumetgrube, im Adalbertschacht zu Přibram und in manchen Freiberger Tiefbauen, wie endlich auch manche Tiefbohrungen ganz trockene Gesteine erreichten. Auch Ed. Suess[2]) hat sich neuerdings gegen die Daubrée'sche Idee ausgesprochen. Die Thermen, wie sie bei Bildung der meisten Erzgänge in Frage kommen, können nur „juvenile Quellen“ im Sinne dieses Forschers sein, d. h. solche, die „als Nachwirkungen vulkanischer Thätigkeit aus den Tiefen des Erdkörpers aufsteigen, und deren Wässer zum ersten Male an das Tageslicht treten.“

Möge man sich aber nun dieser oder der anderen Anschauung anschliessen, immer kommt die Thermaltheorie darauf hinaus, dass die von unten her durch die heissen Wasser den Spalten zugeführten Mineralstoffe in der Hauptsache den tieferen Regionen der Erde entstammen. Das Wasser kann sie auf seinem Wege durch diese erwärmte Tiefe aus den dort herrschenden Gesteinen ausgelaugt haben. Ist es ja bekannt, wie stark die Lösungsfähigkeit des Wassers durch hohe Temperatur erhöht wird.

Hier knüpfen auch die Auslaugungstheorien moderner amerikanischer Forscher an, besonders S. F. Emmons' und G. F. Becker's. Sie lassen die für die Gangfüllung nöthigen Grundstoffe durch Quellwasser nicht aus dem unmittelbaren Nebengestein der Erz führenden

---

[1]) J. F. Kemp. *The Rôle of the Igneous Rocks in the Formation of Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1901.

[2]) Ed. Suess. *Ueber Heisse Quellen.* Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Aerzte, 1902, I.

Spalten, sondern aus weiter ab und in den meisten Fällen zugleich tiefer liegenden Gesteinskörpern, insbesondere aus Eruptivgesteinen auslaugen. Emmons[1]) hat diese Ansichten zuerst im Hinblick auf die Lagerstätten von Leadville ausgeführt. Becker[2]) nimmt von den erwähnten Thermen von Steamboat Springs und von Sulphur Bank an, dass sie die mitgeführten Metallverbindungen aus den das granitische Grundgebirge noch unterlagernden Massen und auch aus dem Granit selbst ausgelaugt haben. Mit Recht hat H. Louis[3]) bemerkt, dass zwischen dieser Art von Secretionstheorie und der Thermaltheorie kein wesentlicher Unterschied mehr besteht.

Den klarsten Ausdruck hat diese, wenn man will, vermittelnde Form der Ascensions- oder Thermaltheorie durch J. Le Conte[4]) erhalten. Dieser wendet sich gegen die noch bei F. Pošepny herrschende Vorstellung, dass die Thermen die Metalle aus der Barysphäre, aus der nach einer sehr wahrscheinlichen Hypothese an Schwermetallen sehr reichen Kernpartie der Erde mit emporbringen, da er der Meinung ist, dass die untere Grenze einer Wassercirculation bereits in einer Tiefe von 8—10 Meilen erreicht sein dürfte. Wohl aber hätten die Thermen in der schon stark erwärmten Thermosphäre genug Gelegenheit, um die dort in kleinen Mengen eingestreuten Metallverbindungen aus den Gesteinen auszulaugen und so später in höheren Zonen zu concentriren.

Eine Erweiterung und sehr klare Begründung haben die Le Conte'schen Ideen durch Van Hise gefunden, dessen Arbeit wir bereits S. 373 citirten. Dieser räumt im allgemeinen den descendirenden Wassern eine etwas grössere Betheiligung an dem Absatz von Erzen ein, als seine eben genannten Vorgänger.

Wenn wir auch anerkennen, dass descendirende atmosphärische Wässer für die Umlagerung und weitere Concentration der Erze in den obersten Regionen der Gangspalten grosse Bedeutung haben, halten wir doch daran fest, dass die ursprüngliche Bildung der meisten Erzgänge aus grosser Tiefe aufsteigenden Thermen zu verdanken ist. Diese Thermen denken wir uns als Nachwirkungen plutonischer Vorgänge, wie der In-

---

[1]) S. F. Emmons. *The Genesis of certain Ore Deposits.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XV, 1886, p. 125.

[2]) G. F. Becker. *The Geology of Quicksilver Deposits of the Pacific Slope.* 1888. p. 449.

[3]) H. Louis in Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 136.

[4]) J. Le Conte. *Discussion of Pošepny's Theory „The Genesis of Ore-Deposits“.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, p. 996—1006.

trusion granitischer Massen, oder auch vulkanischer Ereignisse im engeren Sinne. Diese Ueberzeugung wird bestärkt durch die von uns so oft in diesem Werke betonten engen Beziehungen zwischen Erzgängen und Eruptivgesteinen, Beziehungen, die mehr und mehr allgemeinere Anerkennung finden [1]).

II. Nicht gangförmige epigenetische Erzlagerstätten innerhalb von geschichteten Gesteinen.

Wie schon mehrfach im vorausgehenden angedeutet werden musste, haben die metallhaltigen Gewässer ihre Absätze nicht ausschliesslich auf Spalten und Klüften zurückgelassen, sondern vielfach auch schichtige Gesteinskörper durchdrungen und mit Erzen bereichert. Die Art und Weise dieser Vererzung ist eine sehr verschiedenartige.

Bei einer Anzahl von Beispielen sind die Lösungen einfach in die Lücken zwischen den körnigen oder körnig-krystallinen Gemengtheilen von Gesteinen eingedrungen, haben so ganze Schichten völlig durchtränkt und schliesslich in den Poren Erze und begleitende nichtmetallische Mineralien zurückgelassen. Meist freilich war mit dieser Durchtränkung zugleich eine Aetzung, Auflösung und Wegführung gewisser Gemengtheile verbunden, an deren Stelle dann ebenfalls Erzpartikel treten konnten. Hatten die metallhaltigen Lösungen Zugang zu leicht löslichen Carbonatgesteinen gefunden, Kalksteinen oder Dolomiten, kalkigen Schiefern u. dergl., so musste dieser Verdrängungsprocess die Oberhand gewinnen, gewöhnlich allerdings begleitet noch durch einen anderen Vorgang, nämlich durch die Ausfüllung schon vorher bestehender grösserer Höhlungen in solchen Gesteinen. Recht selten dürften endlich die Fälle sein, bei denen lediglich die Füllungen solcher Höhlungen im Kalkstein oder Dolomit vorliegen. Diese Höhlenfüllungen schliessen sich dann recht eng an die Füllungen von Klufträumen an, die wir in den Gängen kennen lernten.

[1]) Vergl. u. a. J. F. Kemp. *The Rôle of the Igneous Rocks in the Formation of Veins.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, Febr. 1900. — J. E. Spurr. *A Consideration of Igneous Rocks and their Segregation or Differentiation as Related to the Occurrence of Ores.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, Febr. 1902.

Es ist sehr schwer, in die Menge aller dieser Erscheinungen Ordnung hinein zu bringen und sie übersichtlich zu gruppiren, da scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Kategorien in der Natur thatsächlich nicht bestehen. Immerhin empfiehlt es sich aus praktischen Gründen, eine solche Gruppirung vorzunehmen, wenn sie auch niemals ohne Inconsequenzen möglich sein wird. Man kann hierbei ausser der Natur des Nebengesteins nebenher auch die Gestalt der Lagerstätten einigermassen mit als Unterscheidungsmerkmal benutzen und danach folgende Abtheilungen errichten:

A. Wesentlich durch eine Imprägnation nicht kalkiger Gesteine entstandene Erzlagerstätten von meist deutlich schichtartiger Lagerungsform; wir nennen sie kurz epigenetische Erzlager.

B. Wesentlich durch eine metasomatische Verdrängung von kalkigen Gesteinsmassen entstandene Erzlagerstätten von meist stock-, nest- oder schlauchförmiger Gestalt, kurz epigenetische Erzstöcke.

C. Wesentlich durch eine einfache Füllung präexistirender Höhlungen entstandene Lagerstätten von meist stock- oder schlauchförmiger Gestalt, kurz erzhaltige Höhlenfüllungen.

Aus der Gruppe A. und B. empfiehlt es sich weiterhin, eine Reihe von Lagerstätten auszuscheiden und getrennt zu behandeln, die zwar nach Form und Structur nicht sehr abweichen, wohl aber in der mineralogischen Zusammensetzung und besonderen Genesis, die contactmetamorphen Erzlagerstätten. Eine genauere Charakteristik derselben soll später gegeben werden.

A. Epigenetische Erzlager.

a) Im krystallinen Schiefergebirge.

Gleich zu Anfang dieser Kategorie stellen wir einige Erzlager, deren Erzgehalt wahrscheinlich nur zum Theil epigenetischen Ursprungs ist, die also ein Uebergangsglied zu den früher behandelten syngenetischen Erzlagern darstellen. Es sind diese zugleich ausgezeichnet durch das Zusammenvorkommen von oxydischen und von sulfidischen Erzen, während die überwiegende Mehrheit der später zu beschreibenden Erzlager, von den Bildungen des Hutes abgesehen, fast nur sulfidische Erze führt.

α) Epigenetische Erzlager mit oxydischen und sulfidischen Erzen.

1. Die Erzlagerstätten von Schwarzenberg in Sachsen[1]).

In der Umgebung von Schwarzenberg im westlichen Erzgebirge bildet eine Kuppel von Augengneiss das älteste Gebirgsglied. Sie wird allseitig mantelförmig überlagert von der Glimmerschieferformation, an die sich weiterhin die Phyllitformation anschmiegt, im N. vollständig concordant, im S. durch eine Verwerfung getrennt. Die ganze grosse Antiklinale wird in ihrem Centrum am Galgenberg und Rackelmann bei Schwarzenberg von einem Granitstock durchbrochen. Es gehört derselbe zu dem von SO. nach NW. gerichteten Zug von gegen 20 Granitstöcken, der parallel der Grenze des nicht weit westlich entwickelten grossen Eibenstock-Neudecker Granitmassives hinzieht und weithin das Schiefergebirge contactmetamorphisch verändert hat. Die Schwarzenberger Erzlager sind der Glimmerschieferformation eingeschaltet, die sich ebenfalls von jener Contactmetamorphose beeinflusst zeigt. Sie gehören einem oberen und einem unteren Horizont an. In Folge der erwähnten umlaufenden Schichtenstellung bilden die Erzlager zwei concentrische ringförmige Zonen um die Gneisskuppel und somit auch um den Granit herum.

Folgende sind die ehemals wichtigsten Lager dieser beiden Zonen:

im N.: Margaretha, Krahl, Dürrer Schönberg und Pluto, westlich von Beierfeld;

im NO.: Engelschaar, Osterlamm bei Waschleithe, Gelbe Birke, Himmlisch Heer, Hercules mit Familienglück und Frisch Glück am Fürstenberg, sowie Treue Freundschaft bei Wildenau;

im O.: Katharina, Stamm Asser, Gottes Geschick am Graul, Allerheiligen, Neujahr und Zweigler, nördlich von Raschau;

---

[1]) J. C. Freiesleben in *Beiträgen zur mineralog. Kenntn. Sachsens.* 1817. S. 46 u. 47. — Frh. v. Beust. *Ueber die wahre Bedeutung der sog. Erzlager bei Schwarzenberg.* Cotta's Gangstudien. III. 1860. S. 224—229. — H. Müller. *Der Erzdistrict von Schneeberg.* Ebendort. S. 177—181 und Manuscripte, die der genannte Autor gütigst zur Verfügung stellte. — F. Schalch. *Erläuterungen zu Section Schwarzenberg der geol. Spezialkarte.* Eintragung der Erzlagerstätten von H. Müller. 1884. — Derselbe. *Erl. zu S. Johanngeorgenstadt.* 1885. — K. Dalmer. *Die Erzlager von Schwarzenberg im Erzgebirge.* Z. f. pr. G., 1897, S. 265—272. — A. W. Stelzner's Ansicht hierüber referirt von Bergeat. Ebendort. S. 314. — R. Beck. *Ueber die Erzlagerstätten von Schwarzenberg.* Z. d. D. G. G., 1900, S. 58—60. — Derselbe. *Ueber die Erzlager der Umgebung von Schwarzenberg.* Jahrb. f. d. B. u. H. im Königr. Sachsen, 1902, S. 51—87. Mit 1 Tafel. I. Theil.

im SO.: Johannes, Neue Silberhoffnung, Engelsburg, Giftzeche bei Pöhla;

im S.: Sct. Margaretha, Fortuna, Sct. Christoph, Weidmann, Sct. Richard bei Breitenbrunn;

im SW.: Menschenfreude, Johannes, Fünf Brüder, Schwarzer und weisser Adler, Unverhofft Glück an der Achte unweit Bermsgrün;

im W.: Wolfgang am Henneberg, Grüner Zweig, Magdeburger Glück im W. von Schwarzenberg;

im NW.: Himmelsfürst bei Lauter.

Die Erzlager treten immer nur in engstem Verbande mit krystallinen Kalksteinen und Dolomiten, sowie mit einem wesentlich aus lichtgrünem Pyroxen (Salit) und Strahlstein bestehenden, dem schwedischen Skarn analogen Gestein auf, die sämmtlich untergeordnete Einlagerungen innerhalb der Glimmerschiefer (grösstentheils granatführender Muscovitschiefer und Gneissglimmerschiefer) bilden. Nur ausnahmsweise, wie am Schützenhause und am Forstwalde bei Breitenbrunn, schiebt sich zwischen dem erzführenden Strahlsteinlager und dem Kalklager („weisse Flösse") ein an Spatheisenstein reiches Kalklager („graue Flösse") ein.

Immer ist die eigentliche Grundlage der Erzconcentration das erwähnte Salit-Strahlsteingestein, das als nicht metallische Bestandtheile auch fast stets Granat, Quarz (oft als grünen Prasem mit mikroskopischen Strahlsteinnädelchen erfüllt), Kalkspath, Pistazit, Chlorit, grünen Glimmer und Flussspath enthält, seltener auch Braunspath, Manganspath, Feldspäthe, Axinit, Turmalin, Titanit, Apatit, Vesuvian und Helvin führt.

Unter den Erzen tritt Magnetit nicht selten lagenförmig oder in ganzen Bänken und in Wechsellagerung mit dem Salit-Strahlsteinfels oder dem Kalkstein auf, nur selten als Cement zwischen corrodirten Individuen von Salit und Granat. Manche der Gruben haben wenigstens zeitweilig nur als Eisenerzgruben auf diesem Magnetit oder dessen in Roth- und Brauneisenerz umgewandeltem Ausgehenden gebaut.

Anders verhält es sich mit den übrigen Erzen, die zunächst in zwei Gruppen getheilt werden können:

Die einen sind Glieder der uns von den Erzgängen her bekannten kiesig-blendigen Bleierzformation, die hier reich an Kupferkies entwickelt ist und zuweilen auch von der Silber-Kobalterzformation begleitet wird, die anderen repräsentiren die Zinnerzformation.

Zu den ersteren gehören vor allen Eisenkies, Zinkblende (vorzüglich dunkel gefärbte), silberhaltiger Bleiglanz und Kupferkies, mehr untergeordnet Arsenikalkies, Arsenkies und Magnetkies, ganz selten edle

Silbererze, wie Polybasit, Glaserz, Rothgiltig, gediegen Silber; zu den letzteren dagegen zählen Zinnstein (oft in langsäuligen Kryställchen), Molybdänglanz, Eisenglanz und Arsenikalkies (dieser für beide Formationen).

Die Vertreter der kiesig-blendigen Bleierzformation sind fast allenthalben zugegen, wo überhaupt die Lager Erze führen, und zwar ist die jedesmalige Betheiligung der Haupterze an der Zusammensetzung der einzelnen Lager sehr häufigem Wechsel unterworfen. Bald stiess man auf Mittel von vorwiegend Blende, bald auf solche von Kupferkies oder von Bleiglanz, sodass einzelne Gruben im Laufe der Jahre bald als Eisenstein-, bald als Silber-Blei-, bald als Kupfergruben geführt werden konnten.

Wo die Grünsteinlager, wie sie der Kürze wegen heissen sollen, am erzreichsten sind, findet man sie immer stark umgewandelt. Der Salit ist, wie mikroskopisch Schritt für Schritt verfolgt werden kann, mehr oder weniger in Aktinolith umgesetzt, dieser aber ist oft ganz mit Kieselsäure getränkt worden, sodass Prasem, auch Hornstein- und Jaspisähnliche Aggregate entstanden. In anderen Fällen hat sich Pistazit und ein Chlorit, meist Pennin, gebildet, oder endlich das ganze Lager ist in talkige und serpentinartige Aggregate umgewandelt.

Die sulfidischen Erze kommen theils fein eingesprengt, theils in kleinen Trümchen und Putzen vor, theils endlich bilden sie compacte, zusammenhängende Mittel. Die Mikroskopie lehrt, dass diese Erze und der Quarz dort, wo sie mit Silicaten vorkommen, überall die zuletzt ausgeschiedenen Bestandtheile sind. Die Erze füllen die Zwischenräume namentlich zwischen den metamorphen Silicaten Epidot (Pistazit), Aktinolith und Chlorit, sie sind aber auch auf Spältchen und Klüftchen in die Körner und Krystalle von Granat und Salit eingedrungen, und mit ihnen zugleich hat sich vielfach Quarz in ähnlicher Weise angesiedelt. Die Dünnschliffbilder in Fig. 191—193 nebst ihren Erklärungen erläutern das eben Gesagte.

Dabei ist die Menge der Erze durchaus nicht im ganzen Lager gleichmässig vertheilt, vielmehr zeigen sich innerhalb der sonst fast tauben Grünsteinbänke Erzfälle. Diese stehen ganz sichtlich in engstem Zusammenhang mit durchsetzenden Klüften, die selbst Erze der kiesig-blendigen Bleierzformation, in manchen Fällen auch der edlen Silber-Kobalterzformation enthalten, jedoch nirgends in abbauwürdiger Menge. Der Bergbau war darum auch kein Flötzbergbau im gewöhnlichen Sinne, sondern man ging immer nur jenen Klüften folgend auf diesen Erzfällen vor.

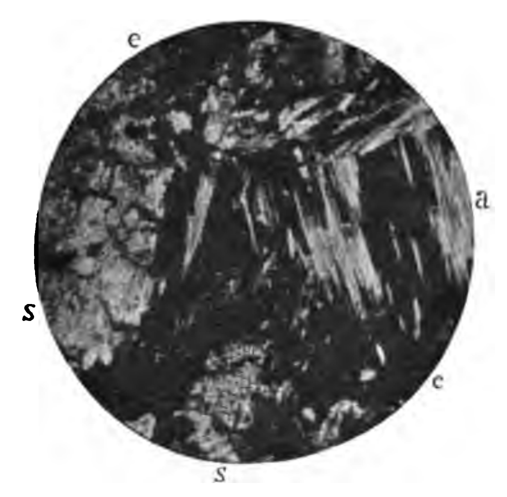


Fig. 191.
Dünnschliff einer Erzstufe von dem Hauptlager der Grube „Gelbe Birke" bei Schwarzenberg.

S Salit (Malakolith), zum Theil in *a* Aktinolith umgewandelt, *e* Zinkblende nebst Kupferkies, den Aktinolithfilz durchtränkend. Vergr. 50.

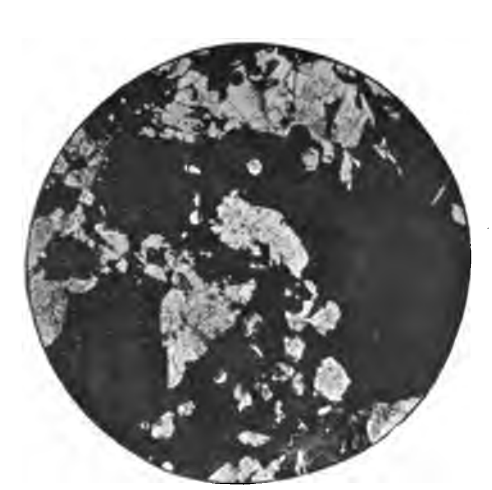


Fig. 192.
Dünnschliff einer Erzstufe von der Grube Fortuna bei Breitenbrunn.

Zeigt ein Aggregat von grünlichgelbem Granat, das theilweise durch Arsenikalkies (schwarz) ersetzt ist. Vergr. 50.

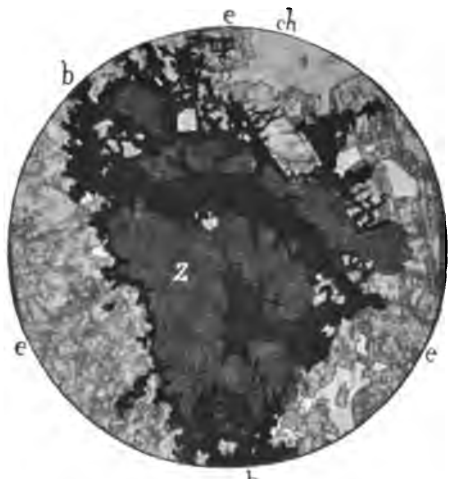


Fig. 193.
Dünnschliff einer Erzstufe von Fünf Brüder Fdgr. zu Antonsthal.

e Epidot, *ch* Chlorit (Pennin), *z* gelbbraune Zinkblende, *b* Bleiglanz. Vergr. 50.

So waren nach H. Müller's Aufzeichnungen beim Unverhofft Glücker Grünsteinlager, das auf 600 m Länge und über 120 m flache Tiefe 2—4, selten bis 8 m mächtig und unter 45—55° in W. fallend aufgeschlossen worden war, die abbauwürdigen Erzmittel sämmtlich auf die Nähe solcher übersetzender Klüfte beschränkt, deren eine grosse Zahl im Grubenfelde überfahren wurde. Das grosse Erzmittel am Katharina-Schacht z. B. folgte dem Kreuze des Lagers mit dem Hoffnung-Morgengang, das zweite mehr nach dem Hahnschacht zu lag an der Kreuzlinie mit einem stehenden Gang. Auch neuerdings hat man nach F. J. Fröbe[1]) auf dem in der Hauptsache nur auf Zinkblende bebauten Lager der Grube Gelbe Birke und Hercules Frisch Glück längs der Kreuzlinie eines übersetzenden, wenige Centimeter

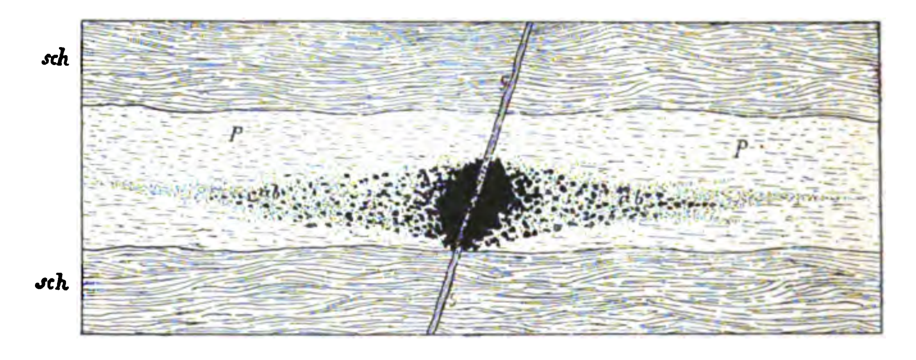


Fig. 194.
Profil im Streichen des Hauptlagers der Grube Sct. Christoph bei Breitenbrunn.
sch Gneissglimmerschiefer des Hangenden und Liegenden, *p* Pyroxen-Strahlsteinfels im unteren Theile mit Lagen von Magnetit, *g* Osterfest Spat-Gang, *ab* Imprägnation mit Arsenikalkies, Blende und etwas Kupferkies, am reichsten unmittelbar am Gang. Profillänge 80 m.

mächtigen Ganges auf über 16 m Länge ein 40 cm mächtiges Reicherzmittel verfolgt, das vorherrschend aus Kupferkies, sowie aus etwas Blende und Bleiglanz bestand.

Sehr gut ist zur Zeit ein ausgedehntes Arsenikalkiesmittel auf dem Hauptlager der Grube Sct. Christoph bei Breitenbrunn aufgeschlossen. Hier übersieht man auf den ersten Blick die Abhängigkeit der Kiesimprägnation in dem Grünsteinlager von einem durchsetzenden, ebenfalls Arsenikalkies führenden Erzgang in der Weise, wie es auf Fig. 194 dargestellt ist.

Auch in der Grube Neue Silber-Hoffnung kann man auf dem unteren der dortigen zwei Magneteisenerzlager eine derartige Arsenikalkiesimprägnation von einem Gange aus beobachten.

[1]) Briefliche Mittheilung an den Verfasser.

Der Zinnstein und die begleitenden Mineralien der Zinnerzformation, neben den oben genannten Erzen auch als Gangarten Flussspath, Chlorit, Turmalin, Apatit, brachen nicht auf allen Schwarzenberger Lagern ein. Vorzugsweise kam Zinnstein auf den Gruben bei Breitenbrunn vor. Dort waren Fortuna, Kaltwasser, Alte Grube und Sct. Christoph schon seit dem 16. Jahrhundert und bis mit dem 17. Jahrhundert wesentlich auf Magneteisenerz und Zinnstein im Bau. Im 18. Jahrhundert richtete sich der Bergbau mit zunehmender Teufe mehr auf Kiese ein, und seit 1781 wurden nur Kiese mit ganz wenig Zinnerz gewonnen. Aus den alten „Sct. Christopher Zwitterbauen" hat man in manchen Jahren 1—200 Centner Zinn zu Gute gemacht. Das Hangende des Lagers und dieses selbst fand man bei Breitenbrunn von Zinnerzgängen durchsetzt, die daneben, wie das ja auch von vielen Johanngeorgenstädter Gängen bekannt ist, Erze der Silber-Kobalterzformation, wohl in einem zweiten Trum, enthielten.

Es besteht wohl kein Zweifel darüber, dass auch die Mineralien der Zinnerzformation in den Schwarzenberger Lagern einer Imprägnation von solchen Gängen aus ihr Dasein verdanken.

Schon H. Müller und Frh. von Beust hatten ganz richtig die Kiese und die Zinnerze der Schwarzenberger Lager als spätere Imprägnationen in den Salit-Strahlsteinlagern erkannt. Dem schloss sich K. Dalmer an, der die Erscheinung in Zusammenhang mit dem dort allgemeinen Contactmetamorphismus bringt, während F. Schalch ohne Rücksicht auf Structur und Vertheilung der Erze sich für eine syngenetische Auffassung entschied.

Zur Zeit ist der Bergbau auf den Schwarzenberger Lagern gegen früher stark zurückgegangen. Im Jahre 1898 wurden auf hierher gehörigen Gruben nur 1345 t Magneteisenerz erzeugt, sowie geringe Mengen von Kupferkies, Zinkblende und Arsenikalkies. Seitdem ist der Betrieb noch mehr eingeschränkt worden.

Ausser bei Schwarzenberg kommen im sächsischen Erzgebirge noch eine ganze Reihe analoger Lagerstätten vor, und zwar nicht bloss im Glimmerschiefer, sondern auch im Gneiss- und Phyllitgebiet.

Es seien zunächst einige davon genannt, die Magnetit, Kiese und zugleich Zinnstein enthalten:

Dicht am Granit von Geyer liegt im Glimmerschiefer das Magnetit, Kiese, Blende, Bleiglanz und Zinnerz führende Erzlager Hochmuth und Neues Glück, bei Thum im Phyllit das Lager Silberzeche, das auch Axinit enthält.

Am Kaffberg bei Goldne Höhe im NW. von Gottesgabe wiederholen sich fast genau die Verhältnisse von Breitenbrunn, nur mit dem

Unterschiede, dass hier die erzführenden Grünsteinlager den Phyllitgneissen der Phyllitformation eingeschaltet sind[1]).

Auch bei Johanngeorgenstadt finden sich ähnliche Vorkommnisse.

Andere bestehen nur aus Magnetit und Kiesen, Blende und Bleiglanz, wie die bis 1807 wesentlich auf Kupfererz abgebauten Lager im Glimmerschiefer am Kupferhübel bei Kupferberg im böhmischen Antheil des Erzgebirges[2]), und zahlreiche andere Vorkommnisse dieser Gegend, von denen eines bei Pressnitz ganz neuerdings wieder auf Magneteisenerz in Angriff genommen worden ist.

Diese Lagerstätten können in ganz verschiedenen Horizonten des krystallinen Schiefergebirges auftreten, wenn nur ein für eine Vererzung geeignetes Substrat zugegen ist, und zuführende Klüfte nicht fehlen. Nicht überall, wenn auch zumeist, sind Granitdurchbrüche in der Nähe, aber es ist wohl möglich, wenn auch noch nicht völlig erwiesen, dass alle diese Erscheinungen zum Contactmetamorphismus im weitesten Sinne gehören, wie es K. Dalmer will.

2. Die Erzlager im krystallinen Schiefergebirge am Riesengebirge.

Auf der Südseite des Riesengebirges sind den krystallinen Schiefern mehrere den Schwarzenbergern ganz analoge Erzlagerstätten eingeschaltet. So baute man nach H. von Festenberg-Packisch[3]) in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts bei Ober-Rochlitz auf einem bis 2 m mächtigen Malakolithlager, das grössere und kleinere Nester von silberhaltiger Blende, Kupferkies, Buntkupfererz, Bleiglanz und Fahlerz enthielt. Nach älteren von B. v. Cotta[4]) zusammengestellten Arbeiten verdient besonders eine früher an der Strasse von Ober-Rochlitz nach Starkenbach aufgeschlossene Lagerstätte Interesse. Hier treten erzführende Malakolithe sehr mächtig an der Grenze eines krystallinen Kalksteines im Glimmerschiefer auf. Meist sind die Erze zu secundären Bildungen umgesetzt. Reuss bereits hatte die Ansicht geäussert, die Erzimprägnation rühre von einem das Malakolithlager durchsetzenden

---

[1]) K. Sternberger in Zeitschr. d. montan. Vereins im Erzgeb. Joachimsthal 1856. Nr. 10 u. 11. — Joh. Jokély. *Zur Kenntniss der geol. Beschaffenh. des Egerer Kreises.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1857, S. 61ff. — A. Sauer. *Erl. zu Section Wiesenthal.* S. 43.

[2]) A. Sauer. *Erl. zu Section Kupferberg.* 1882. S. 38.

[3]) H. v. Festenberg-Packisch. *Der metall. Bergbau Niederschlesiens.* Wien 1881. S. 4.

[4]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 215.

Quarzgang her, der selbst auch Kupfererze enthält. Bei Spindelmühl sind Hornblendeschiefereinlagerungen die Träger von Arsenkies, Eisenkies, Kupferkies, Magnetkies und Magneteisenstein. Im Riesengrunde bei der Schneekoppe treten im Liegenden eines Kalkstein- und Granatfelslagers Arsen- und Magnetkies bis zu 2 m mächtig auf, auch sind von dort Kupferkiesmittel bekannt. Am Schatzlarloch bei Kleinaupa finden sich dieselben Erze nebst Magnetit mit einem chloritischen Schiefer, krystallinem Kalkstein, Granat und Malakolithgestein.

An dieser Stelle möge vorläufig auch das Arsenkiesvorkommen von Reichenstein[1]) seinen Platz finden, obwohl die Genesis noch nicht ganz klar gestellt scheint.

Bei Reichenstein unweit von Glatz in Preussisch Schlesien sind den Glimmerschiefern Lager von krystallinem Kalkstein und von Augit-Feldspathgestein zwischengeschaltet, welche letztere eine sehr tiefgehende Umwandlung in serpentinartige Massen (gemeine und edle Serpentine), Tremolith- und Chloritschiefer erfahren haben. Auf der bedeutendsten der dortigen Gruben, „Reicher Trost", ist eine sehr mächtige Serpentinmasse an der Grenze eines Kalksteinlagers aufgeschlossen, die auch noch mit nicht völlig umgewandeltem Pyroxen-Feldspathgestein verknüpft ist. Das Lager ist bis 40 m mächtig und auf mehrere Hundert Meter streichende Länge bekannt. Der Serpentin ist der Träger von Arsenikalkies, der zugleich mit etwas Magneteisenerz sich eingesprengt findet, auch grössere derbe Erzmittel bildet. Auch der angrenzende Kalkstein ist mit Schnüren dieses erzführenden dunkelgefärbten Serpentines durchzogen. Der Arsenikalkies ist goldhaltig, ursprünglich war der dortige Bergbau ein Goldbergbau und ist erst seit Anfang des vorigen Jahrhunderts ein Arsenikbergbau geworden. Die Kiesabbrände halten durchschnittlich 40 g Gold pro t. Neben den genannten Erzen brechen auch Blende und Bleiglanz mit Silber- und Goldgehalt mit ein, sowie Magnetkies, etwas Kupferkies, Buntkupferkies, Pyrit und Kobaltblüthe. Reichenstein wurde bereits in Urkunden vom Jahre 1344 als Goldbergstadt bezeichnet. Im Jahre 1900 producirten die Gruben 3530 t aufbereitete Arsenikerze.

Eine geradezu überraschende Gleichheit in der mineralogischen und geologischen Erscheinungsweise mit den Schwarzenberger und besonders mit den Breitenbrunner Lagerstätten tragen die Erzlager von Pitkäranta zur Schau, deren Schilderung jetzt folgen soll. Die Genesis der einen fällt und steht mit der der anderen.

---

[1]) R. B. Hare. *Die Serpentin-Masse von Reichenstein etc.* Breslau 1879. — F. Pošepny. *Goldvorkommen Böhmens.* Arch. f. pr. G., II. Bd., 1895, S. 322—331 nebst Litteratur.

8. Die Erzlagerstätten von Pitkäranta in Finnland.

Pitkäranta liegt im südöstlichen Theile von Finnland am Nordostgestade des Ladoga-Sees, das hier von zahlreichen Skäreninseln begleitet wird. Am weitesten draussen unter diesen befindet sich die berühmte Klosterinsel Walamo. Die Gruben sind nahe dem Strand in einer flachwelligen, felsenreichen oder mit Moor und ärmlichem Wald bedeckten Gegend gelegen. Weiter abseits liegen die zugehörigen Nachbargruben von Huoponvaara im NO., von Lupikko im O. und von Heponselkä im SO.

Die beste Arbeit über die Lagerstätten ist zur Zeit die kleine Monographie von Törnebohm[1]). Eine ausführlichere Darstellung bereitet Trüstedt vor.

Das Grundgebirge in diesem Gebiet hat zur Basis einen röthlichen Granitgneiss, der drei Partien mit kuppelförmiger Lagerung bildet. Zwischen diesen drei Gneisskuppeln erscheinen concordant und zwar trogförmig aufgelagert jüngere krystalline Schiefer, zuunterst Hornblendeschiefer mit den Erzlagern, zuoberst Biotitgneisse und granatführende Glimmerschiefer.

Man unterscheidet[2]) nach den neuesten bergbaulichen Erfahrungen einen unteren und einen oberen Zug von Erzlagern, die vollkommen parallel längs der Granitgneissgrenze hinziehen.

Die Lager des unteren Zuges bestehen in der Hauptsache aus einem Salit-Granatgestein (Skarn genannt), innerhalb dessen die Erze immerhin nur untergeordnete Massen bilden. Der in etwa 300 m Abstand hinlaufende obere Zug dagegen wird vorwiegend aus dolomitischem Kalkstein mit Lagen und Nestern von Magneteisenerz gebildet.

Die jüngeren krystallinen Schiefergesteine werden vielfach von granitischen Gesteinen durchbrochen. So werden ihre Schichten am See Niet-järvi und bei Huoponvaara durch ein grösseres Massiv von Rappakivigranit abgeschnitten, und ausserdem bilden Pegmatite Gänge und mächtige Stöcke vorzüglich im unteren Lagerzug.

Der untere oder Hauptlagerzug ist seit 1840 durch eine grosse Zahl kleiner Schächte aufgeschlossen worden. Das Hauptlager hat in den östlichen Gruben eine Mächtigkeit von 3—4 m, gewinnt aber allmählich nach W. hin eine solche bis 20 m, wobei es freilich ein Zwischenmittel von Hornblendegneiss aufnimmt. Es fällt im O.

---

[1]) A. E. Törnebohm. *Pitkäranta malmfält.* Geol. Fören. Förh. Nr. 137, Bd. 13, H. 4.

[2]) Nach freundlichen brieflichen Mittheilungen des Herrn Ingenieur Trüstedt.

unter nur 20—30°, im W. unfer 60—70° nach S. ein. Das unmittelbare Liegende bildet im O. der Granitgneiss, im W. ein Hornblendegneiss. Das unmittelbare Hangende ist allerwärts Hornblendeschiefer. Nach der Teufe zu ist das Lager nicht überall aushaltend. Im Schachte Omeljanoff IV, der tiefsten Grube, zerschlägt es sich bei 100 m Teufe in mehrere rasch sich auskeilende Bänke, zwischen die ausserdem von unten her parallel der Schichtung pegmatitische Massen eingedrungen sind.

Seine besondere Zusammensetzung ist die folgende:

Sein eigentliches Substrat, der Skarn, besteht in der Hauptsache, wie bemerkt, aus Salit und Granat. Letzterer herrscht mehr in der mittleren Zone. In der Umgebung nicht seltener parallel der Schichtung gestreckter Drusenräume, die mit Kalkspath, Flussspath, Quarz und verschiedenen Erzen erfüllt sind, ist der Granatskarn gröber entwickelt, oft mit vollkommenen, zonal aufgebauten und optisch anomalen Krystallen von sehr verschiedener Färbung.

Die Erze bestehen aus Kupferkies, Magnetit, Zinnstein, mehr untergeordnet auch aus Zinkblende, Eisenkies, noch seltener aus Bleiglanz, Kupferglanz, Buntkupfererz und Magnetkies. Vereinzelt eingesprengt sind endlich Scheelit, Molybdänglanz, gediegen Wismuth, Tellurwismuth und als secundäres Product gediegen Kupfer.

Von allen diesen Erzen tritt im unteren Lagerzug allein der Magnetit unter solchen Verhältnissen auf, dass er als primärer Bestandtheil des Lagers in Frage kommen könnte. Er bildet hier feinkörnige Lagen und Linsen von wenigen cm bis mehreren m Mächtigkeit, die zuweilen Drusen mit Krystallen des Erzes und mit Chlorit, Kalkspath, Bergkork und Diopsid umschliessen. Sieht man aber im oberen Lagerzug den Magnetit in deutlichen kleinen Gängen[1]) und Trümern den dolomitischen Kalkstein und das Silicatgestein durchziehen, wie es Trüstedt im Kalkbruch Clara I und im Schachte Herbert beobachtet hat, so wird die primäre Natur auch dieses Bestandtheiles höchst zweifelhaft.

Der Kupferkies im unteren Lagerzug bevorzugt den Salitskarn. Er füllt die Zwischenräume zwischen den Salitkörnern aus, die dann gewöhnlich in Chlorit und Strahlstein umgewandelt sind. Aehnliches gilt für die Blende und die anderen Sulfide. Der Zinnstein ist vorzüglich concentrirt gewesen in der Zinngrube (Omeljanoff II—III). Er kommt fein eingesprengt oder in ganzen Klumpen vor und zwar nicht nur im Skarn, sondern, wie übrigens auch der Kupferkies und der Molybdän-

[1]) Es sei hier an die von A. Lacroix beschriebenen Melanit führenden Magnetitgänge aus granitischen Contacthöfen der Pyrenäen erinnert. (Guide, Congrès Intern. Geol. 1900, p. 12).

glanz, daneben im Pegmatit. In letzterem durchziehen Zinnstein führende Trümchen zersetzter Gesteinsmasse auch die Feldspatheinsprenglinge. Die bekannten Nadelzinnkrystalle stammen aus mit Kalkspath und Quarz erfüllten Drusen im Skarn.

Törnebohm hält die ganze krystalline Schieferformation der Gegend für eine metamorphe Bildung. Der Skarn entstand nach ihm aus unreinen Kalklagern mit ursprünglichem Eisengehalt. Erst später seien auf pneumatolytischem Wege der Zinnstein und seine Begleiter, wie Flussspath, Scheelit und Molybdänglanz eingewandert, ganz zuletzt Kupferkies, Eisenkies und die anderen Sulfide. Treffe man doch Zinnkrystalle ganz umschlossen von Eisenkies und Kupferkies, nie das umgekehrte. Alle diese Vererzungen hatten statt im Gefolge der Intrusion der Pegmatite und vielleicht auch des Rappakivis.

4. Die Kallmora Silbergrube bei Norberg in Schweden.

Hier schliesst sich auch ein eigenthümliches Erzvorkommniss inmitten des bereits weiter oben beschriebenen Eisenerzrevieres von Norberg an (S. 71), bei Kallmora Silfvergrufva[1]).

Das Nebengestein ist dort ein feinkörnig-schuppiger Biotitgneiss. Unmittelbar im Hangenden und Liegenden ist dieser feldspatharm oder -frei, enthält aber dafür einen lichten Pyroxen, etwas Hornblende, Granat und Cordierit. Die Structur erinnert ungemein an die Pflasterstructur der Gesteine aus granitischen Contactzonen. Auch ist der Cordierit in derselben Weise mit Quarzkörnchen durchspickt, wie in den echten contactmetamorphen Hornfelsen. Lagenweise findet sich in diesem Nebengestein auch viel Magnetit. Er ist hier ohne Zweifel primärer Gemengtheil, denn er bildet neben den Quarzkörnern oft scharfe Krystalle und ist oft allseitig von Quarzindividuen durchwachsen. Ganz anders verhält es sich mit dem ebenfalls zuweilen im Granulit eingesprengten Bleiglanz. Dieser ist später eingewandert und füllt vorzüglich die Lücken zwischen zersetzten Pyroxenkörnern aus. Die Hauptgesteinsart des Lagers selbst, das 3—5 m mächtig ist und nahezu saiger fällt, ist ein krystalliner Kalkstein und ein sehr unregelmässig mit diesem verwachsener flussspathreicher Granatskarn. In den oberen Teufen tritt der Skarn zurück, und die Erze fanden sich unmittelbar im Gneiss (dort Granulit genannt). Die oxydischen und sulfidischen Erze halten sich in der Hauptsache ziemlich getrennt von einander, wie die von der Grubenverwaltung angefertigten Querprofile beweisen. Jene, Magneteisenerz und Eisenglanz, bilden Schmitzen und Lagen im Gneiss des Liegenden und Hangenden besonders dort, wo er Granat und Pyroxen enthält, also schon skarn-

[1]) G. Nordenström. *Mineralogiska notiser* in Geol. Fören. Förh., Bd. IV, No. 12, S. 340. — A. Helland. *Bergbeg, Anthracit og nogle andre kulholdige Mineralier fra Ertsleiesteder og Granitgange.* Geol. Fören. Förh. 1874—75, S. 513. — R. Beck. *Ueber einige mittelschwedische Eisenerzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1899, S. 1.

ähnlich wird. Diese, und zwar ziemlich beträchtliche Mittel von Bleiglanz mit 0,015% Silber (Freiberger Probe) und minder ausgedehnte von Schwefel- und Kupfer- und Arsenkies, treten gewöhnlich als isolirte Partien inmitten von Kalkstein und Skarn auf, nehmen aber gelegentlich auch, wie in etwa 100 m Teufe, ziemlich die ganze Mächtigkeit des Lagers ein. Neben dem feinkörnig-krystallinen, mit farblosem oder violblauem Flussspath, Kalkspath und etwas Granat verwachsenen Bleiglanz, der entschieden vorherrscht, kommt auch eine grossblättrige Varietät dieses Erzes vor, die trumartig in grobkrystalline Quarzausscheidungen des Granatskarns hineinsetzt. Auf eine spätere Zuführung der Edelmetalle scheint auch das gelegentliche Auftreten einer deutlichen Krustenstructur hinzudeuten: Inmitten des Granatskarns finden sich stumpfeckige Ausscheidungen von fettglänzendem Quarz, umgeben von einer schmalen Hülle von Kupferkies, der zugleich kleine Trümer in den Quarz hinein sendet. Auf dieser Lage sitzt auf der einen Seite der Ausscheidung noch eine grössere Partie von grobkrystallinem Bleiglanz auf. Selten gewahrt man im Erz Ausscheidungen von Kalkspath mit Flussspath und Chlorit, die Haufwerke von deutlich zerdrücktem und theilweise zu feinstem Staub zerriebenem Magnetit umschliessen. Hier ging eine Zerbrechung und Zerkleinerung primärer Magneteisenerzlagen der Zufuhr von kohlensaurem Kalk und Fluorcalcium voraus, die das Zerreibsel verkitteten. Ebenso wichtig in genetischer Beziehung ist das fragmentäre Auftreten des Granates inmitten des flussspathreichen sulfidischen Erzgemisches, wobei Granatbruchstücke zuweilen von grobblättrigem Bleiglanz umgeben, ausserdem aber von feinen Trümchen des Erzes durchzogen werden. G. Nordenström beschreibt von Kallmora auch aufgewachsene Krystalle von Magnetit, der hier also auch als secundäre Neubildung vorkäme.

In den oberen Teufen traf man innerhalb der hier mürben, schon etwas zersetzten Bleiglanzmittel zahlreiche Trümer und Nester von Kalkspath mit asphaltartigem Anthracit an und zwar in Stücken bis zu 500 ccm. An Belegstücken, die unsere Sammlung den Freiberger Hütten verdankt, sieht man die Körnchen und Klumpen des Anthracites vom Kalkspath nicht nur umschlossen, sondern auch netzartig durchädert. Uebrigens steht dieses sonderbare Vorkommen im Norberger Bergrevier nicht allein da. Auch auf Moosgrufva und Kilgrufva sind nach A. Helland asphaltartige Massen inmitten des Erzes, dort des Eisenerzes, vorgekommen.

So scheinen also zu Kallmora Magnetit und Granat ältere Bestandtheile zu sein, während Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies, Flussspath, Kalkspath und Asphalt erst später, nachdem tektonische Störungen eingetreten waren, eingewandert sind. Erstere entstanden gleichzeitig mit dem Nebengestein in seiner jetzigen metamorphen Erscheinungsweise, letztere sind diesem von Haus aus fremd.

Die Gesammtförderung an Bleierzen von Norbergs Gruben betrug von 1891 bis 1895 im Jahresdurchschnitt 6661 t. Die Erze werden zur Zeit in Sala verhüttet. Bis vor wenigen Jahren gingen sie nach den Freiberger Hütten.

5. Die Lagerstätte vom Schneeberg bei Sterzing.

Eine gewisse Verwandtschaft mit den Lagerstätten von Schwarzenberg und Pitkäranta haben eine Anzahl Vorkommnisse der österreichischen Alpen, besonders das vom Schneeberg bei Sterzing, obwohl nach der anderen Seite auch wieder viele Analoga zwischen diesen und Boden-

mais und Brokenhill bestehen. Nur vorläufig und besonders weil sie neben den Sulfiden auch Magnetit enthalten, seien diese alpinen Lagerstätten hier eingeschaltet.

Das Gebirge am Schneeberg bei Sterzing, südlich von Innsbruck in Tirol[1]), besteht aus Glimmerschiefern mit Granat, Staurolith, Cordierit und Feldspath und aus Gneissen. Ausserdem finden sich Einlagerungen von verschieden ausgebildeten Amphiboliten, von Calcit-Muscovitschiefern, Calcit-Biotitschiefern, Quarzit und Dolomit.

Die den Glimmerschiefern eingeschaltete Lagerstätte hat eine sehr schwankende Mächtigkeit, im Mittel 1,3 m, im Maximum 15 m, und ist auf 800 m im Streichen, über 300 m im Fallen verfolgt worden.

Ihre Hauptbestandtheile sind unter den Erzen: Zinkblende und silberhaltiger Bleiglanz, die sich nach v. Beust's Schätzung in ihrer Menge wie 10 : 1 verhalten, unter den Gangarten aber Quarz und Breunnerit.

Ausserdem finden sich darin von Erzen: Magnetkies, Eisenkies, Arsenkies, Kupferkies, Boulangerit, Silberglanz, Antimonfahlerz, gediegen Silber, sowie Magnetit, Titaneisenerz und Brauneisenerz; von Gangarten: Kalkspath, Dolomit, Flussspath, Apatit, Granat, Strahlstein, Chlorit, Biotit, Muscovit und endlich Zersetzungsproducte der Erze.

Die Lagerstätte vom Schneeberg wurde durch v. Beust als ein Lagergang, von Pošepny als eine metasomatische, durch Verdrängung eines Anhydritlagers entstandene Bildung, durch v. Elterlein wiederum als Gang aufgefasst.

Für die Lagernatur nach Art der Schwarzenberger Vorkommnisse spricht die mineralogische Zusammensetzung, für die Gangnatur dagegen führte v. Elterlein an: 1. die nach seiner Beschreibung oft ausgesprochene Symmetrie in der Reihenfolge der die Lagerstätte zusammensetzenden einzelnen Lagen, 2. das gelegentliche Ueberschneiden der Schichtung des Nebengesteins, 3. das Vorhandensein eines Quertrums und 4. das Vorkommen von Cocardenerzen, d. h. von durch Erzlagen umkrusteten Fragmenten des Nebengesteins.

Als Gang aufgefasst, würde die Lagerstätte einer durch besondere Gangarten charakterisirten Abart der kiesig-blendigen Bleierzformation angehören.

Der Schneeberger Bergbau begann in den 60er Jahren des 15. Jahrhunderts und war anfangs wesentlich auf Silber gerichtet, das der Bleiglanz enthält. Nach langer Ruhe seit den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts wieder aufgenommen, geht

---

[1]) K. Frhr. v. Beust. *Ueber die Erzlagerstätte vom Schneeberg etc.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1870, 20. Bd., 4. H. — Derselbe. *Die Erzlagerst. vom Schneeberg etc.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1871, S. 201. — F. Pošepny. *Ueber die Lagerstätte am Schneeberg in Tirol.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1879, S. 106. — A. v. Elterlein. *Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätte des Schneeberges etc.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1891, S. 289—348.

er jetzt nur den reichen Zinkblendemitteln nach, deren Abbau nach Einführung einer magnetischen Aufbereitung sich lohnend erwies. Die Schneeberger Zeche in 2232 m Meereshöhe ist seit dem Auflassen des oberen Rauriser Goldbergbaues die höchstgelegene Grube Europas.

Der von Sterzing ganz ähnliche Lagerstätten hat R. Canaval[1]) von mehreren Punkten in Kärnthen beschrieben. Wir können nur ein paar davon kurz erwähnen:

Im Lamnitz- und im Wellathale sind den dort herrschenden krystallinen Schiefern 0,3—3,7 m mächtige Kieslager eingeschaltet, die Hornblendeschiefer zum Hangenden, Granatglimmerschiefer zum Liegenden haben. Die Lager bestehen aus Pyrit, dem Quarz, Magnet- und Kupferkies, Zinkblende und etwas Bleiglanz beigemengt sind. Auch werden Uralit, Tremolit, Zoisit, Biotit, stengelige Hornblende, Titanit, Albit und Calcit erwähnt.

An der „Knappenstube" bei Oberdrauburg kennt man ein Lager[2]), das vorwiegend aus Pyrit, Magnet- und Kupferkies und untergeordnetem Arsenkies, Bleiglanz und Zinkblende besteht und als Lagerarten Quarz, Albit, Labradorit, Muscovit, Biotit, Augit, Epidot, Zoisit, Titanit, tremolitartige Hornblende, Rutil, Ankerit, Calcit und graphitische Substanz führt. Der Arsenkies enthält Gold bis 104 g pro t.

Nur kurz erwähnt sei das u. a. Granat führende Kieslager von Lading[3]).

6. Die Kupfererz führenden Sjangelischiefer.

Eine vorläufige Stellung mögen hier endlich die merkwürdigen Kupfererzlagerstätten von Sjangeli im schwedischen Lappland dicht an der norwegischen Grenze im SW. vom Torneå Traesk finden, die noch der Ausbeutung harren. Es sind zoisitführende Hornblendeschiefer, die als eingesprengte Körnchen, Schmitzen oder kleine Linsen, zum Theil aber auch in Gestalt von Trümern, Buntkupfererz und Kupferglanz nebst wenig Kupferkies führen. Diese sulfidischen Erze werden von Magnetit begleitet. Ueber die Geologie dieser Gegend vergleiche man die vorläufige Mittheilung von W. Petersson[1]).

---

[1]) R. Canaval. *Zur Kenntniss der Erzvorkommen des Lamnitz- und Wellathales in Kärnthen.* Carinthia II, Nr. 5, 1898.

[2]) R. Canaval. *Zur Kenntniss der Erzvorkommen in der Umgebung von Irschen und Zwickenberg bei Oberdrauburg in Kärnthen.* Jahrb. d. naturh. Landesmus. f. Kärnthen, 1899, 25. H.

[3]) Derselbe. *Ueber das Kiesvorkommen von Lading.* Jahrb. d. naturh. Mus. von Kärnthen, XXVI. H., 1901.

[1]) W. Petersson. *Om de geologiska förh. i trakten omkring Sjangeli kopparmalmsfält i Norrbottens län.*

β) Epigenetische Erzlager von sulfidischen Erzen.

I. Zinkblendelager.

1. Die Zinkblendelager von Åmmeberg in Schweden.

Die Zinkgruben von Åmmeberg[1]) liegen unweit vom Nordende des Wettersees im Bezirk Örebro.

Das Nebengestein der Lager ist ein feinkörniger, grauer Biotitgneiss, der im N. an einen rothen, feinkörnigen Biotitgneiss (Röd granulit), im S. an einen oft mit Feldspathaugen versehenen, flaserigen Biotitgneiss angrenzt (siehe die Kartenskizze in Fig. 195). Als untergeordnete Einlagerungen inmitten der steil aufgerichteten Gneisse finden sich Lager von krystallinem Kalkstein und in deren Nachbarschaft zwei Blendelager. Beide machen die jähe Wendung im Streichen nördlich vom Trysee mit, die hier die Gneisse erfahren. Die Schichten verlaufen hier im W. nach NNO., im O. nach SSO. Nahe an dieser Umbiegungsstelle durchbricht ein Stock von mittelkörnigem Granit die Schichten, während im östlichen Reviertheile eine Gabbromasse (Gabbrodiorit) mehr dem Streichen sich einordnet.

Von den beiden Blendelagern hat das weiter nördlich gelegene mit der Victoria- und Lyck-Grube mindere Bedeutung. Das andere, das Hauptlager, ist auf der anderen, der hangenden Seite des Kalksteins gelegen und von mehreren Schächten aus in Angriff genommen, unter denen die wichtigsten, der Reihe nach von W. nach O. genannt, folgende sind: Le Hon, Sinçay, Sct. Paul, Vilain, Perier, Mosselman. Durch das erwähnte Granitmassiv am Trysee erleidet das Lager wahrscheinlich eine Unterbrechung. Abgesehen von dieser kann es auf gegen 5 km verfolgt werden. Es besteht aus reihenweise aufeinander folgenden linsenförmigen Körpern, weshalb auch die Mächtigkeit eine sehr schwankende ist, meist jedoch zwischen 4—6, ausnahmsweise bis 12 m erreicht. Die nördliche Grenzfläche — auf den Gruben hangende Grenze genannt — gegen den grauen, feinkörnigen Gneiss pflegt scharf ausgebildet zu sein und sich glatt abzulösen. Nahe der liegenden Grenze schiebt sich bisweilen ein Zwischenmittel von einem schön geschichteten, auf dem Querbruch gebänderten Wollastonitgestein ein.

---

[1]) B. Turley. *Der Zinkbergbau der Altenberger Gesellschaft bei Åmmeberg in Schweden.* B. u. H. Z., 1866, S. 405ff. Mit Fig. — A. E. Törnebohm. *Beskrivning till Bl. No. 7 af Geolog. Öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag.* 1881. S. 31ff.

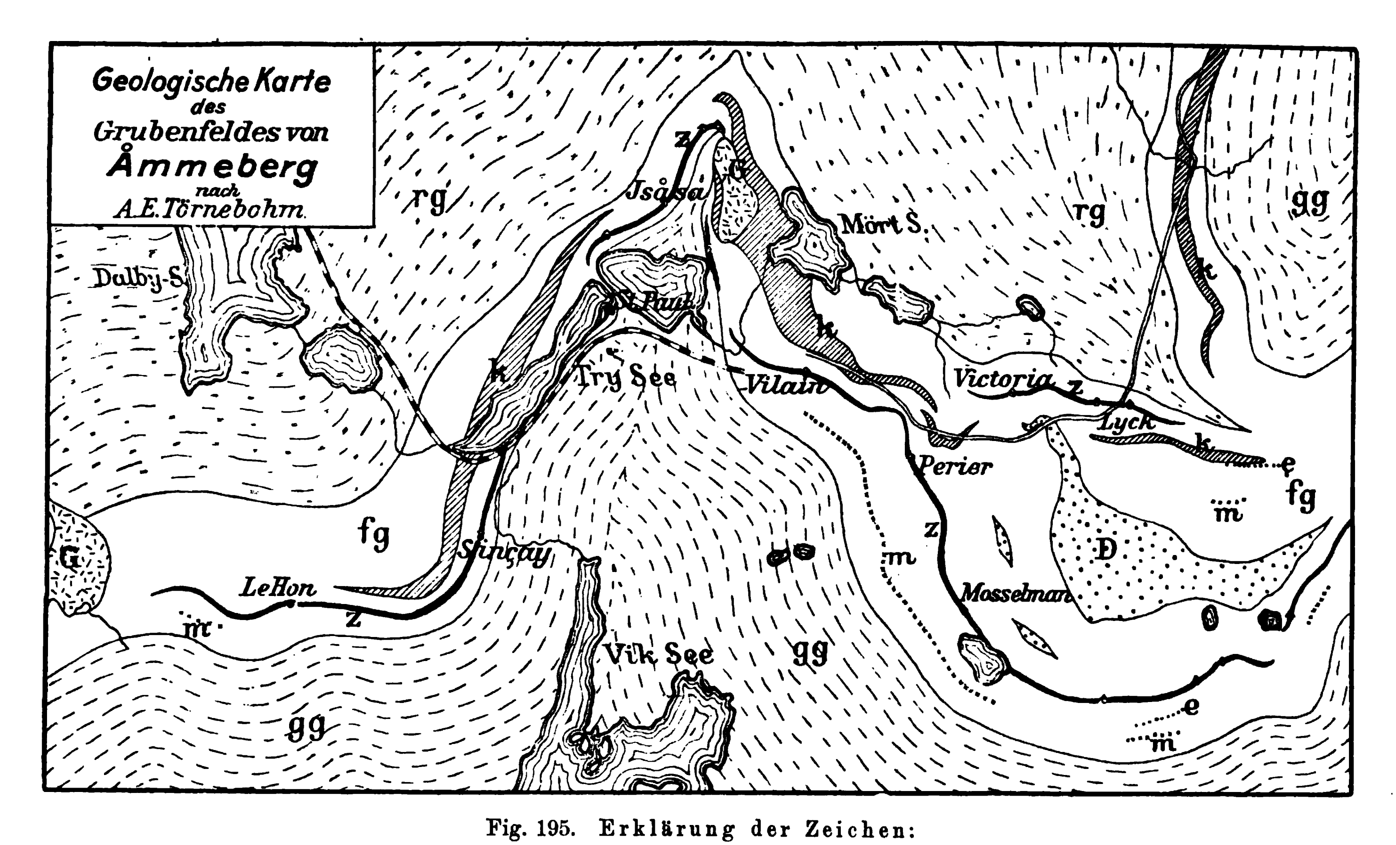


Fig. 195. Erklärung der Zeichen:

rg rother, feinkörniger Gneiss, *fg* feinkörniger, grauer Gneiss, *gg* grobkörniger, grauer Gneiss, *k* Kalkstein, *e* Eklogit, *G* Granit, *D* Gabbrodiorit, *z* Zinkblende, *m* Magnetkies. ⊚ Schacht.

In einem Tagebau nahe bei Perier folgt hinter diesem Zwischenmittel noch einmal eine etwa 40 m mächtige Erzschicht, dann erst das eigentliche Liegende. Dieses wird gebildet von einem an Magnetkies sehr reichen glimmerigen Skarn, worunter ein heller, gebänderter Kalksilicatfels folgt, der hauptsächlich aus Wollastonit besteht, auch Lagen von krystallinem Kalkstein einschliesst. Dann erst grenzt ein feinkörniger Biotitgneiss an, der in einzelnen glimmerarmen Lagen sehr granulitähnlich ist. Die Erzmasse des Lagers selbst weist ebenfalls ganz ausgezeichnet deutlich eine lagenförmige Schichtung auf, wobei mit den eigentlichen Erzschichten auch taube oder erzarme Lagen von Wollastonitfels oder feinkörnig-schuppigem Gneiss abwechseln. Vielfach sind einzelne Bänder des Lagers sehr stark gestaucht und gewunden, während andere in unmittelbarer Nähe nur schwache Biegungen erkennen lassen. Die



Fig. 196.
Stark gestauchte Partie des Blendelagers mit dunklen Bändern von der Zusammensetzung des grauen Gneisses. ½ der natürl. Grösse.

in Fig. 196 wiedergegebene Photographie einer Erzstufe zeigt auch im kleinen Massstab diese starke Stauchung, die man im grossen an der Firste der Grubenbaue herrlich überblicken kann.

An zahlreichen Stellen sieht man in den Gruben in und neben dem Lager pegmatitische Massen eingeschaltet, meist in der Form von Lagergängen, zuweilen scheinbar als ganz isolirte der Schichtung mehr oder weniger parallele Klumpen, manchmal aber mit deutlich durchgreifender Lagerung. So wird das Lager zwischen Vilain und Perier einmal vollständig durch eine breite Pegmatitmasse abgeschnitten. Diese Pegmatite sind ziemlich grobkörnig und bestehen in der Hauptsache aus einem an der Luft sich grün färbenden Mikroklin und etwas Quarz, enthalten zuweilen auch schwarzen Turmalin. Ausserdem beobachtet

man deutlich Quergänge eines feinkörnigen Granites im Nebengestein. Diese und die Pegmatite hängen offenbar genetisch eng zusammen. Denn es finden sich derartige Granitgänge, die in der Mittellinie grobes pegmatitisches Korn annehmen. Zu erwähnen ist ferner noch, dass inmitten des Lagers bisweilen schmale Kalkspathtrümer mit kleinen Nestern von Asphalt angetroffen werden und dass auf Spalten mehrfach Exhalationen von brennbaren Kohlenwasserstoffen statt hatten. Als Seltenheit wurden endlich Klüfte im Lager aufgefunden, die Bleche und zackige Klümpchen von gediegen Silber führten.

Die saigere Schichtenstellung hat in der Hauptsache bis jetzt auch in grösseren Teufen (bis 200 m) ausgehalten, nur im südlichsten Feldtheil biegt sich das Lager wieder auf.

In einer gewissen Entfernung wird das Haupt-Blendelager im Liegenden von einem vollständig parallelen Magnetkieslager begleitet, das allerdings meist nur eine mit dem Kies imprägnirte Gneisslage darstellt.

Die Zinkgruben von Åmmeberg, schon seit länger bekannt, wurden im Jahre 1857 von der Gesellschaft „Vieille Montagne" erworben, die seitdem dort einen schwunghaften Betrieb unterhält. Die Erze werden an Ort und Stelle geröstet und alsdann nach den belgischen Zinkhütten überführt. Während der Jahre 1891—95 wurden im Durchschnitt jährlich 23535 t Erz producirt.

2. Die Blendelagerstätte Långfallsgrube bei Räfvåla in Schweden.

Långfallsgrube[1]) liegt südlich vom Vessmansee im W. von Ludvika in der Provinz Dalarne. Sie gehört der Bergwerksgesellschaft Saxberget.

Das 3—5 m mächtige, unter einer Diluvialdecke ausstreichende Lager ist, wie das beistehende Profil in Fig. 197 zeigt, concordant krystallinen Schiefern zwischengeschaltet, die steil nach S. einfallen. Das herrschende Gestein unter diesen sind feinkörnig-schuppige Biotitgneisse (Granulite der schwedischen Geologen), die auch das unmittelbare Liegende bilden. Im Hangenden dagegen erscheinen zunächst gegen 40 m mächtige Strahlsteinfelse, die zum Theil stark mit Blende und anderen

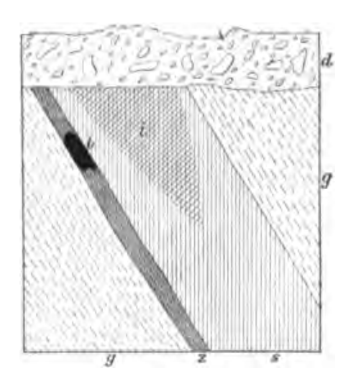


Fig. 197. *Profil durch das Erzlager von Långfallsgrufva bei Räfvåla.*

s Strahlsteinfels, bei *i* mit Zinkblende imprägnirt, *z* eigentliches Zinkblendelager, *b* an Bleiglanz und Magnetkies reiches Erzmittel im Blendelager, *g* feinkörnig-schuppiger Biotitgneiss, *d* Diluvium.

---

[1]) R. Beck. *Ueber die Gesteine der Zinkblendelagerstätte Långfallsgrube.* Tschermak's Min. u. petr. Mitth., Bd. XX, 1901, S. 382—389.

Erzen imprägnirt sind. Das eigentliche Erzlager wird vorwiegend aus Zinkblende zusammengesetzt, mehr untergeordnet aus Magnet-, Kupfer-, Eisenkies und silberhaltigem Bleiglanz. Die Vertheilung dieser Bestandtheile ist keine gleichmässige, der Bleiglanz und der Magnetkies erscheinen vielmehr zu besonderen Partien gehäuft. Manchmal gewinnt auch der Kupferkies local die Oberhand. Immer bilden die Erze nur die mehr oder minder vorherrschende Zwischenmasse zwischen einem Haufwerk von offenbar stark corrodirten Büscheln und einzelnen Nadeln eines grünlichgrauen monoklinen Anthophyllites. Daneben finden sich in dem Erzgemisch ferner noch stark corrodirte und mit Erz injicirte Reste eines zum Theil zersetzten polysynthetisch verzwillingten Cordierites, sowie Körner eines grün durchscheinenden Spinells und solche eines rothbraunen Stauroliths. Nicht selten gewahrt man in dem Erz grobkörnig-krystalline, putzen- oder linsenförmige Ausscheidungen. Diese bestehen aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Cordierit in einer blauen und einer grünlichen Varietät und aus grün durchscheinendem Spinell, der reihenförmig angeordnete Erzpartikel umschliesst.

Dem grauen Strahlsteinfels sind Lagen zwischengeschaltet, die aus einer gewöhnlichen grünen, strahlsteinartigen Hornblende gebildet sind. Endlich sind inmitten des Erzlagers pegmatitische Gesteinskörper angetroffen worden, die einen grünen Orthoklas enthalten.

Die Grube wurde erst 1881 oder 82 fündig, und zwar war das Lager trotz seines verhältnissmässig geringen Magnetkiesgehaltes unter der Waldbedeckung doch magnetometrisch erschürft worden. Die Production im Jahre 1897 betrug 600 t zinkisch-bleiische Stufferze, 11000 t aufbereitete Erze, 109 t kupferige Stufferze, während die mit Magnetkies und Eisenkies imprägnirten Strahlsteine, die etwa 4000 t der Förderung ausmachen, keine Verwendung finden.

Wegen der ausserordentlich grossen Aehnlichkeit in der mineralogischen Zusammensetzung schliesst sich an die Långfallslagerstätte sehr gut das altbekannte Vorkommniss von Bodenmais an, obgleich dieses ja keine eigentliche Zinkerzlagerstätte ist und darum nicht ganz unter die vorangestellte Rubrik passt.

II. Die Magnet- und Schwefelkieslagerstätten am Silberberg bei Bodenmais [1]).

Diese Lagerstätten liegen in einer Zone von Biotitgneiss, der durch einen grossen Reichthum an accessorischen Mineralien sich auszeichnet,

[1]) W. v. Gümbel. *Geogn. Beschr. des Ostbayerischen Grenzgebirges.* 1868. S. 548 u. 552. — J. Lehmann. *Entstehung der Altkrystallinen Schiefergesteine etc.*

wie an Granat, Cordierit, Sillimanit, rhombischen und monoklinen Pyroxenen, Zinkspinell und Titaneisenerz. E. Weinschenk fasst diese Gneisse als contactmetamorphe Gesteine auf, die der Intrusion eines unmittelbar benachbarten Granites und einer Injection mit granitischem Magma ihre gneissähnliche Beschaffenheit verdanken. Aehnlich hatte sich früher auch schon J. Lehmann geäussert. Das Gestein ist stark gefaltet und enthält in den besonders stark zusammengepressten Partien viele unregelmässige, meist annähernd linsenförmig gestaltete Quarzaggregate. Nur wenige Meter vom Contact finden sich bloss schwache und arme Erzkörper, erst in etwas weiterer Entfernung liegen die grösseren und reicheren. Gegen die Mitte der Gneisszone, die auch auf der anderen Seite von Granit umschlossen ist, verschwinden dann nach dem genannten Autor die Erze vollkommen.

Die Erzkörper haben die Form sehr unregelmässiger Linsen, die vielfach Ausläufer in das Nebengestein hinein senden. Ihr Durchmesser betrug im oberen Niveau nicht selten 8 m bei 10—20 m streichender Länge; stellenweise, wie im grossen Barbaraverhau, stieg die Mächtigkeit sogar bis auf 16 m. Die Lager befinden sich in der Regel dort, wo das Nebengestein am meisten zerrüttet und besonders reich an Quarzlinsen ist. Sie treten übrigens nach W. in so verschiedenen Horizonten auf, dass die ältere Eintheilung der Erzkörper in drei Züge nicht mehr gerechtfertigt erscheint.

Ihrer Zusammensetzung nach bestehen die Erzkörper vorwiegend aus nickelfreiem Magnetkies, Schwefelkies, Kupferkies, Zinkblende und etwas silberhaltigem Bleiglanz, ganz local auch aus etwas Zinnstein. Die gegenseitigen Mischungsverhältnisse sind äusserst schwankend, immer aber walten Magnet- und Schwefelkies bei weitem vor. Die Erze bilden durchaus derbe Massen. Drusenräume fehlen fast vollkommen. In aufgewachsenen Krystallen finden sich nur secundär gebildete Mineralien, wie Zeolithe, Spessartin (Mangan-Thonerdegranat), Vivianit, Gyps, Schwerspath u. a. Eine eigentliche Gangart fehlt. Dagegen finden sich inmitten des Erzgemisches gerundete, wie angeätzt aussehende, vielfach

---

Bonn 1884. S. 175—178. — E. Weinschenk. *Die Erzlagerstätten am Silberberg bei B. „Glückauf".* 1898. Nr. 45. S. 4—9. — P. Wagner. *Die Kieslagerstätten von Bodenmais.* Naturw. Wochenschr., 1898, Bd. XIII, Nr. 25. — E. Weinschenk. *Der Silberberg bei Bodenmais.* Z. f. pr. G., 1900, S. 65—71. — Derselbe. *Die Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais.* Mit 4 Tafeln. Abh. d. k. bayer. Ak. d. W., II. Cl., XXI. Bd., II. Abth., 1901, S. 349—410. — K. Gruber. *Der Schwefel- und Magnetkiesbergbau am Silberberge bei Bodenmais.* Mit 2 Tafeln. Ebenda. S. 339—348.

aber ersichtlich peripherisch oder auch durchaus regenerirte Körner von Quarz, sowie auch von Cordierit, Feldspath, Andalusit, Zinkspinell, rhombischem Pyroxen und anderen Gemengtheilen des umgebenden Gneisses. Die Kerne dieser Körner haben dieselbe Beschaffenheit, wie die betreffenden Mineralien innerhalb des Gneisses, die regenerirten peripherischen Zonen erweisen sich dagegen nach E. Weinschenk reich an Einschlüssen von Magnetkies. Zuweilen beobachtet man an den Erzkörpern eine Andeutung von bilateral symmetrischem Bau. Das Nebengestein unmittelbar am Salband ist oft reich an grobkörnigem, graugrünem Feldspath. Der Erzkörper selbst beginnt gewöhnlich mit einer dünnen Bleiglanzlage. Darunter folgt eine solche von Zinkblende, dann von Magnetkies und endlich der Kern mit gemischten Erzen. Nach W. trifft man hin und wieder auch Brocken des Nebengesteins in der Erzmasse, und auch um diese herum wiederholt sich die erwähnte Reihenfolge, sodass sich eigentliche Cocardenerze entwickeln. Die in der Nachbarschaft der eigentlichen Erzkörper nicht seltenen mit Erz imprägnirten Nebengesteinspartien weisen nach demselben Autor eine Mikrobreccienstructur (Kataklase) auf. Auf den mikroskopisch kleinen Klüften und Spalten dieser völlig zermalmten Aggregate haben sich die Erze und der Zinkspinell abgelagert. Hierbei scheint der Kupferkies unter den Erzen immer die letzte Ausscheidung zu bilden.

Die angeblichen grossblasigen und schlackenähnlichen Erzpartien E. Weinschenk's dürften durch die secundäre Auslaugung eines Gemengtheiles entstanden sein, wie solches auch von anderen Lagerstätten bekannt ist.

Die Genesis der Bodenmaiser Kieslager ist von den verschiedenen Bearbeitern sehr verschieden aufgefasst worden. Die meisten älteren Autoren hielten die Erze für gleichzeitig mit dem Nebengestein entstandene Gebilde. Davon kann nach dem Gesagten keine Rede mehr sein. J. Lehmann dachte sich die Erze eingewandert in Hohlräume, die nach Art der australischen Sattelgänge bei der Faltung der in der Verfestigung begriffenen Schichten sich gebildet hätten. Das Eindringen der Erzlösungen stellte er sich im unmittelbaren Gefolge der Granitintrusion vor. Ganz isolirt steht die Ansicht E. Weinschenk's, der zwar die secundäre Zuführung der Erze durch seine sehr eingehende Untersuchung ganz sicher nachgewiesen hat, diese Zuführung aber nicht durch Lösungen, sondern mittelst intrusiver Schmelzflüsse vor sich gehen lässt, die im Gefolge der Granitintrusion sich eingestellt hätten. Einer solchen Theorie widersprechen alle unsere Erfahrungen über die Granitintrusionen und die damit verbundenen Contacterscheinungen, bei denen bekanntlich eine eigentliche Einschmelzung des Nebengesteins sozusagen im hüttenmännischen Sinne gar nicht stattgefunden hat, wie der Mangel an Glaseinschlüssen u. s. w. beweist. Plutonische Intrusivmassen pflegen übrigens keine schlackenähnliche Structur zu haben, wie er sie am Erz zu sehen meint.

Die Lagerstätten scheinen uns völlig analog denen von Brokenhill (siehe unten) erklärt werden zu sollen und zwar vermittelst der Annahme einer Einführung

von Erzlösungen in mechanisch gelockerte Gesteinszonen und eines theilweisen metasomatischen Ersatzes von ehemaliger Gesteinssubstanz durch das Erzgemisch unter Regeneration eines Theiles der corrodirten oder ganz gelösten ursprünglichen Gemengtheile. Auch wir halten es für wahrscheinlich, dass diese Erscheinungen mit der Intrusion des Granites genetisch zusammenhängen.

Geschichtlich sei erwähnt, dass man zu Bodenmais ursprünglich nur auf den Eisenerzen des Eisernen Hutes und zwar bereits um 1364 Bergbau trieb. Erst seit 1463 wurden auf den Gruben Barbara und Gottesgabe auch Kiese gewonnen, die in der Hauptsache nur zur Vitriolbereitung gedient haben. Nach dem Mittel der letzten Jahre beträgt die heutige Erzproduction des Silberberges jährlich gegen 20000 Metercentner. Die Erze werden jetzt zur Herstellung von Eisenvitriol und feinem Polirroth verarbeitet.

III. Silber-Bleierzlager.

Die Erzlagerstätten von Brokenhill in N.-S.-Wales[1].

Brokenhill liegt in dem Barrier Gebirge, das sich mit nordsüdlichem Streichen aus der wesentlich von Tertiär gebildeten, bis zur Küste ausgedehnten Ebene nördlich vom unteren Murray erhebt. Dieses

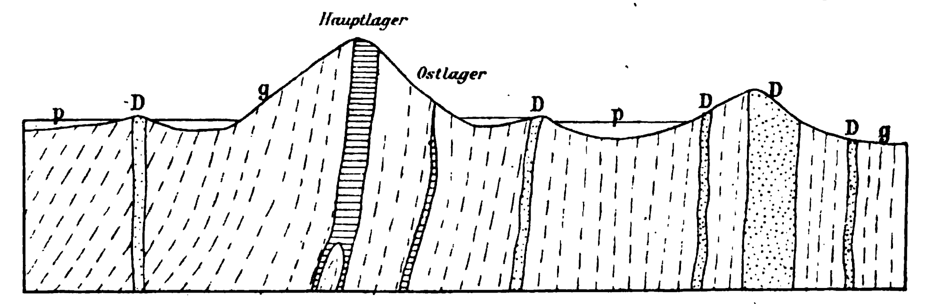


Fig. 198. *Profil quer durch den südlichen Theil des Brokenhiller Lagers* nach Jaquet.

g Gneisse, Quarzite und andere krystalline Schiefer, *D* Diorit, *p* pleistocenes Deckgebirge.

mässig hohe Bergland wird von krystallinen Schiefern unbestimmten Alters zusammengesetzt, die von Granitmassiven durchbrochen sind. Die Gegend ist bis auf die nur selten im Jahre Wasser führenden Thäler höchst trocken und fast baumlos. Unmittelbar bei Brokenhill herrschen Gneisse, Quarzite und Granatfelse in steil aufgerichteten

[1]) Hauptwerk: Jaquet. *Geology of the Broken Hill Lode and Barrier Ranges Mineral Field.* Mem. of the Geol. Surv. of N. S. W., 1894. — G. Eisfelder. *Der Silber-, Blei- und Zinkbergbau von Brokenhill.* B. u. H. Z., 1898, Nr. 48—51. Mit geol. Uebersichtskarte! — R. Beck. *Beiträge zur Kenntniss von Brokenhill.* Z. f. pr. G., 1899, S. 65—71.

Schichten, die von zahlreichen Gängen und Stöcken dioritischer Gesteine durchsetzt werden, wie das Profil in Fig. 198, S. 465 zeigt.

Das durchschnittlich 18, stellenweise bis 30 m mächtige Hauptlager („Main Lode") von Brokenhill zeigt sich im Querprofil als ein nach unten zu in zwei Schenkel sich theilender, parallel den Schichten des beiderseitig angrenzenden granatreichen Biotitgneisses eingeschalteter lagerartiger Körper, der im Streichen auf 2,4 km Entfernung verfolgt werden konnte und als ein langgestreckter, schmaler, felsiger Hügelzug auf der Erdoberfläche erschien. Die durch den Bergbau zwischen den beiden Schenkeln aufgeschlossenen Schichten bestehen aus stark verquarzten, granathaltigen krystallinen Schiefern. In einiger Entfernung vom Main Lode ist auf der Ostseite ein zweiter, nur unbedeutender lagerartiger Erzkörper den Granat-führenden Gneissen eingeschaltet.

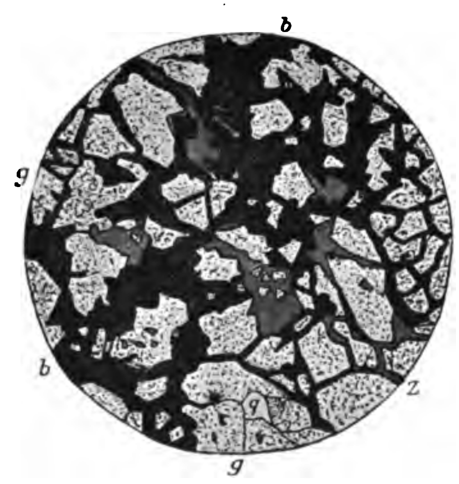


Fig. 199. *Mikrobreccie von Granatfels* (50fache Vergrösserung) mit Erzen als Bindemittel.

g Granat, q Quarz, b Bleiglanz, z Blende.



Fig. 200. *Granat-Rhodonitaggregat mit eingewanderten Erzen* (50fache Vergrösserung).

g Granat, r Rhodonit, f Flussspath, b Bleiglanz, z Blende, k Kupferkies.

In seinem primären Zustand wird das Hauptlager von Brokenhill lediglich aus sulfidischen Erzen gebildet, die jetzt fast ausschliesslich noch der Gegenstand der Gewinnung sind. Dieselben bestehen vorherrschend aus einem innigen Gemenge von silberhaltigem Bleiglanz und Blende mit einem eigenthümlich graublauen Quarze, mit Granat und Rhodonit, sowie auch mit Flussspath. Unter diesen entzieht sich der Flussspath gewöhnlich der Beobachtung, nur ausnahmsweise kommt er in schon dem unbewaffneten Auge sichtbaren, meist farblosen oder

weisslichen Körnern, oder auch in bis 3 cm breiten, trumartigen Aggregaten vor. Minder häufig treten Kupferkies, Pyrit, Arsenkies und Kalkspath hinzu. Ganz besonders charakteristisch für diese Lagerstätte ist der Granat, der wohl keiner Stufe fehlt. Er bildet inmitten des Erzes zahllose kleine, winzige Kryställchen, aber auch grössere, wohlausgebildete Individuen, die mit Einschlüssen von Blende und Bleiglanz erfüllt sind. Daneben tritt aber der Granat als breccienartig zerbrochene Granatfelspartien im Lager auf, wobei dann Bleiglanz und Blende das Bindemittel zwischen den Fragmenten geliefert haben (Fig. 199), endlich auch in grösseren Granatfelsbruchstücken, die bisweilen von einem Saum secundären Granates umgeben sind (siehe die Abbildungen des Verf. in der Z. f. pr. G.). Der Rhodonit zeigt sich nicht in allen Partien des Lagers. Wo er auftritt, findet man ihn in grösseren mit Granat verwachsenen röthlichbraunen Aggregaten oder in stark corrodirten, von feinen Aederchen von Blende und Bleiglanz durchzogenen, isolirten Individuen, inmitten der Erzmasse eingebettet (Fig. 200, S. 466).

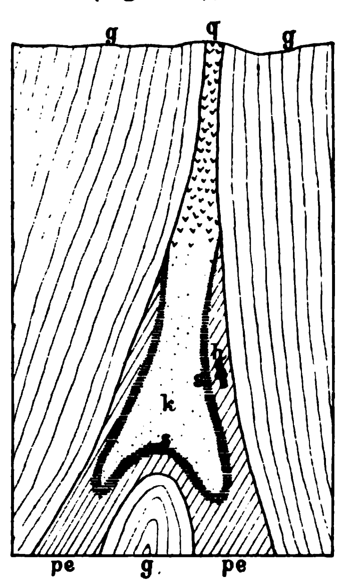


Fig. 201. *Ideales Bild der Erzvertheilung im Ausgehenden des Hauptlagers von Block 10* nach Jaquet.

g Granatreicher Biotitgneiss des Hangenden und Liegenden, *pe* primäre sulfidische Erze, *s* silberreiche secundäre sulfidische Erze, *k* silberreiche Kaoline, *q* Quarz und Kaolin, reich mit Eisen- und Manganoxyden imprägnirt.

Merkwürdig sind die Grenzverhältnisse zwischen dem Erzkörper und dem das unmittelbar Hangende bildenden, aus spangrünem Orthoklas, wenig Plagioklas, spärlichem grauen Quarz, gelbrothem Granat und dunklem Glimmer zusammengesetzten Gneiss. Die vollständig schichtungslose Lagermasse bildet nach Jaquet besonders an der Westgrenze Bäuche, deren Conturen die Schichtung des Gneisses überschneiden. Auch im kleinen lässt sich das nachweisen. Unmittelbar an den Gneiss sieht man zuweilen zunächst eine besonders granatreiche Zone mit wenig Erz angrenzen, hierauf eine quarzreiche mit senkrecht zum Salband gestellten Quarzindividuen, endlich erst folgt das normale Erzgemisch, das viele splitterige Quarzfragmente umschliesst.

Der durchschnittliche Gehalt des normalen sulfidischen Erzgemisches ist nach Jaquet:

Silber . . . . . 0,15—11,19 kg pro t,
Blei . . . . . 7—50%,
Zink . . . . . 14—30%.

Eine sehr grosse Bedeutung sowohl in ökonomischer als auch wegen der interessanten Neubildungen in wissenschaftlicher Beziehung haben zu Brokenhill die zum Theil aussergewöhnlich silberreichen Hutbildungen (siehe das Profil in Fig. 201).

Die beginnende Umwandlung der sulfidischen Massen bemerkt man zunächst daran, dass das Erz ein löcheriges, oft ganz schwammiges Gefüge annimmt in Folge der Auslaugung der erwähnten Silicate. Eine Folge der Auslaugung von grösseren Gesteinsfragmenten mögen die Drusenräume sein, die man bisweilen im Erzkörper antrifft. Sie sind mit lose durch silberhaltigen Ocker verkitteten Quarz- und Granatfragmenten erfüllt. Mehr und mehr werden weiterhin auch die Erze von der Zersetzung ergriffen. Der Silbergehalt wird hierbei gewöhnlich erst zu sulfidischen reichen Silbererzen concentrirt, die besonders gern Granatfels imprägniren. In dieser meist nur schmalen secundären sulfidischen Erzzone hat man bisweilen einen Gehalt an Silber von 7,77 kg pro t vorgefunden. Die Erklärung dieser secundären Bildung von reichen Sulfiden ist bereits in dem S. 387 Gesagten enthalten.

Hierauf folgen die sehr ausgedehnten oxydischen Erzmassen des eigentlichen Hutes. Sie bestehen in den tieferen Lagen aus sehr reichen Dürrerzen und aus carbonatischen Bleierzen. Erstere sind namentlich von den Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers und mit gediegen Silber ganz imprägnirte Kaoline und zersetzte Granatfelse mit Silbergehalten von 155 g bis 1,8 kg pro t. Letztere bestehen besonders aus mit Quarz und Thon vermengten Cerussiten, die ebenfalls mit Hornsilber und gediegen Silber, sowie mit manganhaltigem Eisenocker imprägnirt sind und 0,15—2,48 kg Silber pro t und 20—60% Blei zu enthalten pflegen. Jodyrit, Kerargyrit und Embolit werden in diesen Regionen oft auch in guten Krystallen gefunden, auch Anglesit, Stolzit nebst Raspit, Pyromorphit, Smithsonit, schöne Stücken von gediegen Kupfer, Malachit, Azurit, Rothkupfererz, Chrysokoll und selten endlich das Marshit genannte Kupferjodid.

In den oberen Regionen endlich walten manganhaltige Eisenerze vor, eine Mischung von Brauneisenerz, Psilomelan, Quarz und Thon mit vielen Höhlräumen, oft schlackenähnlich entwickelt. Auch hier finden

sich noch secundäre Edelerze in einzelnen Kryställchen ausgeschieden, besonders in den Drusenräumen, von deren Decken mitunter Stalaktiten von Psilomelan, Limonit und Galmei herabhängen.

Die Genesis des Brokenhiller Hauptlagers ist ein sehr verwickeltes Problem.

Pittman und Jaquet schlossen aus den Lagerungsverhältnissen, dass der Erzkörper von Brokenhill in erster Linie das Resultat einer grossartigen Schichtenaufblätterung sei an der Umbiegungszone eines Sattels im Gneiss. Bei der Aufreissung eines krummflächigen Hohlraumes im Faltengebirge muss es nothwendiger Weise zur Ablösung ganzer Schalen von Nebengestein gekommen sein, und da eine scheuernde Bewegung zwischen dem Liegenden und Hangenden mindestens in kleinerem Umfange eintreten musste, konnte auch die weitere Zerstückelung dieser Schollen vor sich gehen. Der theilweise mit Gesteinstrümmern erfüllte Raum konnte dann von den Erzen und den sie begleitenden Gangarten, wie dem Quarz, Flussspath und dem neugebildeten Antheile des Granates eingenommen werden. Ist auch diese Auffassung im allgemeinen uns die zur Zeit am meisten wahrscheinliche, so ging doch andererseits aus unserer Beschreibung hervor, wie grossen Umfang bei der Bildung dieser Lagerstätte neben der Füllung grösserer Hohlräume auch der Process des metasomatischen Ersatzes vorhandenen, geschichteten Gesteinsmateriales gehabt haben muss, und dies bewog uns, vorläufig Brokenhill nicht zu den echten Gängen, sondern hier im System einzureihen.

Unter den Silbererzlagerstätten des Barriergebirges wurden zunächst die echten Gänge von Umberumberka fündig und zwar 1882, was zur Gründung von Silverton führte. 1883 suchte man am Brokenhill Lode vergeblich auf Zinnerze zu schürfen, fand dagegen später 1884 die ersten reichen Hornerze. 1886 wurde die Stadt Brokenhill gegründet, die schon 1889 an die 17000 Einwohner hatte, anfangs aber viel unter grossen Dürren und störenden Arbeiterstreiks litt. Zahlreiche Gewerkschaften bauen auf der enormen Lagerstätte. Während der Jahre 1889 incl. bis 1896 incl. vertheilte die Brokenhill Proprietary Company, die wichtigste der dortigen Gruben, 120 Millionen M. Dividende und producirte 290000 t Blei, sowie $2^1/_4$ Mill. kg Silber. Der ganze District förderte monatlich 70000 t Erz. Die Jahresproduction an Blei betrug 168000 t oder 27% der Erdproduction.

Ausser dem Main Lode und Eastern Lode von Brokenhill finden sich im Barrier-Gebirge noch einige andere ähnliche Lagerstätten. So bauen die Pinnacles-Gruben[1]), 14 km im SW. der Stadt Brokenhill auf lagerartig und zwar ohne scharfe Begrenzung den Granat führenden Gneissen zwischengeschalteten Erzkörpern, die nach unseren Belegstücken aus silberhaltigem Bleiglanz und Magnetkies gemischt sind, daneben auch etwas Zinkblende, sehr wenig Antimonglanz, als Lagerarten Quarz, Granat und eine lichtbraune, strahlsteinartige Hornblende enthalten. Die Ansiedelung der Erze hatte hier anscheinend als Substrat ein Strahlstein-Granatgestein.

Sehr erwähnenswerth ist auch, dass auf der Grube Brokenhill Consols deutliche, die Schieferung der krystallinen Schiefer schneidende Gänge abgebaut werden, die neben Bleiglanz, Zinkblende, reichen Silbererzen, Spatheisenerz und Calcit ebenfalls Quarz und Granat führen.

---

[1]) Jaquet, l. c., p. 108.

IV. Kupfererzlager und reine Eisenkieslager.

1. Kupfererzlager von Schmöllnitz in Oberungarn[1]).

Schmöllnitz liegt in einem tiefen Seitenzweige des Göllnitzthales in einem aus Thonschiefern, Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefern zusammengesetzten Gebirge mit steil nach SW. einfallenden Schichten. Die Erzvorkommnisse sind auf eine etwa 360 m mächtige, graue Schieferzone beschränkt, die einem Complex schwärzlicher, kohlereicher Schiefer eingeschaltet ist. Man hat zu unterscheiden linsenförmige Kiesstöcke und lagerartige Imprägnationen, welche letztere „Streichen“ genannt werden. Drei solche mit Kies imprägnirte Schieferzonen, das Hangend-, Mittel- und Liegend-Streichen, sind bis in grössere Teufe verfolgt worden, während die Kiesstöcke, der Hangendkiesstock, der Liegendkiesstock und der Engelbertkiesstock in geringerer Teufe schon sich auskeilen. Der grösste Erzkörper ist der Liegendkiesstock, der im Streichen 420 m, im Fallen 142 m weit sich ersteckt und 42 m mächtig ist. Sämmtliche Stöcke bestehen aus geschichtetem Eisenkies mit schmalen Lagen von Buntkupfererz und mit Nestern schmelzwürdiger Kupferkiese. Nach ihren Grenzen hin nehmen sie Thonschieferlagen auf. Die Lagerstätten werden von mehreren Verwerfungsklüften durchsetzt; so wird der Liegendstock um 20 m von einer solchen verworfen.

In der Nähe der Kiesstöcke sind auch die „Streichen“ ergiebig.

Nur untergeordnet brechen zu Schmöllnitz auch silberhaltige Blei- und Kobalterze mit ein.

2. Kupfererzlager von Graslitz in Böhmen[2]).

Die Kieslager vom Grünberg und vom Eibenberg bei Graslitz im westlichen Erzgebirge sind, gegen 10 an der Zahl, concordant den flach nach W. geneigten Quarzphylliten zwischengeschaltet, die dicht östlich davon vom Eibenstocker Turmalingranit in Fleckschiefer und Andalusitglimmerfels umgewandelt worden sind. Die 1 bis 3 m

[1]) A. Hauch. *Schmöllnitzer Hüttenprocesse (nebst geol. Einleitung).* Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H., 1860, S. 269—271. — B. v. Cotta. *Vortrag.* B. u. H. Z., 1861, S. 151. — G. Faller. *Der Kupferbergbau in Schmöllnitz.* B. u. H. Jahrb. d. k. k. österr. Bergak., 1867, S. 193—197.

[2]) B. von Cotta. B. u. H. Z., 1869, S. 82—83.

C. Gäbert. *Die geol. Umgebung von Graslitz.* Mit 1 Spezialkarte. Jahrb. d. k. k. g. R., 1899, 4. — *Erzlagerstätten zwischen Klingenthal und Graslitz.* Z. f. pr. G., 1901, S. 140—144.

mächtigen Lager repräsentiren, wie die verworrene Schichtung innerhalb derselben erkennen lässt, Rutschzonen im Phyllitgebirge, die eine nachträgliche Mineralisation erfahren haben. Sie enthalten neben Quarz und verquarztem oder chloritisirtem Phyllit als Haupterz Schwefelkies und Kupferkies, ferner Arsenkies, Magnetkies, Buntkupfererz, Bleiglanz, Spatheisenstein und Zinkblende. Genetisch interessant ist eine Beimengung von Turmalin, die sich bis zu einer Herausbildung von typischem Turmalinfels mit Einschlüssen von Kupferkies steigern kann. Danach ist es möglich, dass die Erzimprägnation hier als eine Contactwirkung aufzufassen ist. Zur Zeit ist man damit beschäftigt, die dortigen Erzlager von neuem zum Abbau auszurichten.

3. Die Kieslager von Chessy und von Sain-Bel (Rhône).

Die ehemals vielgenannte, jetzt völlig abgebaute Lagerstätte von Chessy nordwestlich von Lyon und die 10 km südlich davon gelegene Kieslagergruppe von Sain-Bel, die heute in lebhaftem Abbau begriffen ist, gehören ein und derselben NS. streichenden Zone, jedoch verschiedenen geologischen Horizonten an.

Ueber Chessy[1]) möge das beifolgende, von L. De Launay nach älteren Angaben von Raby revidirte Profil Aufschluss geben. Danach unterschied man daselbst:

1. ein kupferhaltiges Schwefelkieslager inmitten von präcambrischen Pyroxen-Hornblendeschiefern (mine jaune);
2. Massen von Kupferschwärze (mine noir) und anderen oxydischen Kupfererzen (mine grise) inmitten einer Zersetzungszone, die jene Schiefer von dem längs einer steil einfallenden Dislocationskluft angrenzenden rhätischen Sandstein trennt.
3. Erzmittel von Rothkupfererz und gediegen Kupfer in der rothen, lettigen Füllmasse jener Dislocation (mine rouge); von hier wohl die bekannten Pseudomorphosen von Malachit nach Cuprit;
4. Trümer, Concretionen und Geoden von schön krystallisirter Kupferlasur in den rhätischen Sandsteinen und Thonen nahe der Verwerfung im Liegenden des infraliasischen Kalksteines (mine bleue).

Die unter 2—4 genannten Erzmassen sind wohl als secundäre Bildungen aus der Zerstörung älterer Kiesmassen, wie 1, hervorgegangen.

Die Kieslager von Sain-Bel östlich der Brevenne lassen sich in ein Nordfeld und ein Südfeld gruppiren. Der Bergbau geht zur Zeit nur im letzteren um, wo jährlich 320000 t sehr reiner Schwefelkies gewonnen werden. Das Erz bildet nach De Launay innerhalb von

[1]) L. De Launay. *Die Schwefelkieslagerstätte von Sain-Bel (Rhône).* Z. f. pr. G., 1901, S. 161—170. Siehe auch
B. v. Cotta. *Erzlagerstätten II.* 1861. S. 421, nebst älterer Litteratur.

Chlorit- und Hornblendeschiefern mächtige Linsen, die in ihrer Gesammtheit einen etwa 2 km langen Zug darstellen. Der Grand filon im Südfeld ist einer der mächtigsten Kieskörper der Welt, da er eine Länge von 600 m, eine grösste Mächtigkeit von 44 m (in 166 m Tiefe) besitzt. Diese einzige Linse hat bis jetzt bereits eine Erzmasse von ungefähr 5 Millionen t geliefert. Sie besteht aus dichtem, nicht geschichtetem Schwefelkies mit geringer Beimengung von Quarz. Andere Linsen, wie die Westlinse St. Antoine, enthalten auch etwas Kupferkies und Zinkblende. Mit dem Kupfergehalt stellt sich jedesmal ein erhöhter Kieselsäuregehalt ein, und die Structur wird eine lagenförmige. Zwischen den Kieskörpern und den Schiefern besteht, abgesehen von zahlreichen Gleitflächen, an den Grenzen völlige Concordanz. Eruptivgesteine fehlen gänzlich.

4. Die Kupfererzlagerstätte von Falun.

Falu Grufva ist dicht bei der Stadt gleichen Namens am Nordende des Runn-Sees im südlichen Dalarne gelegen.

Die wissenschaftliche Erforschung dieses mächtigen Erzvorkommens hat schon sehr früh begonnen, begünstigt von dem dort sehr zeitig schon geführten guten Risswesen. Hat man doch schon vom Jahre 1629 einen von Olof Hansson Swart herrührenden Grubenriss in Gestalt einer Horizontalprojection 1 : 500. Unser modernes geologisches Wissen dieser Lagerstätte gipfelt in der hochbedeutenden Monographie A. E. Törnebohm's[1]), deren Inhalt wir der folgenden Skizze zu Grunde legen.

Das Grundgebirge, dem die Grube angehört, wird in der Hauptsache gebildet aus feinkörnigen, oft sehr glimmerarmen Biotitgneissen, die Törnebohm Granulit nennt, aus mittelkörnigen, grauen Gneissen und Granitgneissen nebst Glimmerschiefern, Quarziten, Hornblendeschiefern, körnigen Kalkstein- und Granat-Hornblendegesteinslagern (Skarn).

Die Lagerstätte selbst hat als eigentliche Grundlage einen grauen, mehr oder minder glimmerhaltigen Quarzit, der eine mächtige Einlagerung im grauen Gneisse bildet. Neben den vorherrschenden Quarzkörnern führt er Biotit, Cordierit bez. Falunit, Andalusit, Magnetit, Aktinolith und Anthophyllit. Gewisse stockförmige, übrigens ziemlich scharf vom tauben Gestein absetzende Partien dieses Quarzites ent-

---

[1]) A. E. Törnebohm. *Om Falu Grufvas Geologi.* Med 8 Taflor. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 15. H. 7. 1893.

halten in wechselnder Menge eingesprengt Kupferkies mit Magnetkies und Schwefelkies, sowie zuweilen etwas Zinkblende. Das so beschaffene sog. Harterz (hårdmalm), woraus etwa $^2/_3$ der ganzen Förderung bestehen, enthält im Durchschnitt 5—6 % Kupfer. Die besondere Vertheilung des Erzes im Quarzit ist dabei die folgende: In der grauen, etwas fettglänzenden Quarzitmasse liegen ganz unregelmässig angeordnet Putzen und Striemen des Erzes. Die grösseren haben eine breccienartige Structur, indem mehr oder minder abgerundete Quarzitbrocken im Kies wie in einem Cement eingebettet erscheinen. Unter dem Mikroskop lassen die feineren Erzpartikel keine bestimmte genetische Succession erkennen. Sie schliessen sich gegenseitig in allen möglichen Combinationen ein und finden sich ausserdem sowohl inmitten der Quarzkörner als auch besonders häufig zwischen ihnen. Doch bemerkt man, wie von den grösseren Kupferkieskörnern zuweilen feine Aederchen in benachbarte Quarzkörnchen eingedrungen sind. Das Material für die jetzt vorhandenen geschwefelten Erze hat demnach, so folgert Törnebohm, bereits in der Ablagerung vorgelegen, bevor daraus durch irgend welche metamorphische Processe der erzführende Quarzit sich bildete. Die breccienartigen und gangähnlichen Bildungen, die im Harterz zuweilen auftreten, sind mehr secundärer Entstehung, eine Folge späterer Druckwirkungen, wie sie im dortigen Gebirge so häufig sind.

Ausser diesen mit Erz imprägnirten Quarzitmassen bilden aber vorzugsweise den Gegenstand des Bergbaus stockförmige Körper von derben Kiesen, die kurz als Kiesstöcke bezeichnet werden. Das Erz, woraus diese bestehen, wird Weicherz „blötmalm“ genannt. Es enthält durchschnittlich 2—3 % Kupfer. Auch diese Stöcke sind im Grunde nur mit Kies imprägnirte Quarzitpartien, aber die Imprägnation ist hier sowohl nach Quantität, wie nach Qualität eine von der des Harterzes abweichende. Uebrigens findet man Uebergänge von dem einen zu dem anderen in den sog. „halfharda malmer“, die bei der Prüfung unter dem Mikroskop sämmtliche normalen Gemengtheile des grauen Quarzites noch erkennen lassen. Die Zusammensetzung der derben Kiesmassen ist übrigens eine wechselnde. Man unterscheidet quarzigen, kalkigen und mit Strahlstein gemischten Kies in den Stöcken. Der quarzige Kies herrscht entschieden vor. Er ist im wesentlichen ein körnig-krystallines Gemenge von Schwefelkies und Quarz mit accessorischem Cordierit, Anthophyllit, Magnetit, Kupferkies, Magnetkies, Zinkblende und selten auch Bleiglanz. Für die genetische Auffassung ist hierbei besonders wichtig, dass der Schwefelkies oft in kleinen Krystallen als Einschluss nicht bloss im Quarz, sondern auch

im Cordierit und Anthophyllit vorkommt. Die übrigen Schwefelmetalle bilden gern das Füllmaterial zwischen Schwefelkieskörnern. Auch im Weicherz fehlen breccienartige Structuren nicht, wobei dann Kiesbruchstücke von Quarz umschlossen werden, dessen Körner wiederum Schwefelkieskryställchen beherbergen. Also hat nach den die Breccie liefernden Druckwirkungen eine chemische Regeneration der Bestandtheile des Erzes stattgefunden.

Der kalkige Kies enthält viel Kalkspath. Er ist offenbar ein Imprägnationsproduct aus Kalksteineinlagerungen, wie sie in diesem Gebirgstheil vorkommen. Hingegen scheint der strahlsteinreiche Kies aus der Verkiesung eines Skarns hervorgegangen zu sein.

Falun's Kiesstöcke bilden zusammen einen ziemlich unregelmässigen Complex, als dessen Kern der Storgruben-Stock erscheint, während im SO. der Källorts-Stock, der Måns-Nils-Stock und der Drottninge-Stock sich anlegen, im W. der Schultz-Stock und der Kräftklo-Stock der Luisengrube entwickelt sind. Der Storgruben-Stock, der grösste von allen, bildet einen nach der Tiefe zu sich verjüngenden Klumpen von 200 m im Durchmesser. Fast allseitig werden die einzelnen Kiesstöcke von sog. Skölar umgeben. Unter einem sköl (Sing.) versteht der Faluner Bergmann dasselbe, was man im Harze eine Ruschel nennt, ein System von Parallelklüften, erfüllt mit zermalmtem, sowie chemisch umgewandeltem Material. Dieses ist seiner Beschaffenheit nach dementsprechend eng abhängig von der Natur des Nebengesteins. So unterscheidet man zu Falun Chlorit-, Talk- und Amphibol-Skölar, die an entsprechend verschiedene Gesteine angrenzen. Die Skölar haben meist einen bogenförmigen Verlauf, vereinigen sich und trennen sich wieder.

Diese mit Reibungsproducten erfüllten Klüfte enthalten mitunter auch Erze „sköl malmer", und zwar haben sich gerade die reichsten Erzmittel hier gefunden. So kam das reichste Mittel von ganz Falun auf dem Knipps sköl vor. Es bestand aus dichtem, ganz reinem Kupferkies mit eingewachsenen Schwefelkieswürfeln. Immer aber kamen solche Funde nur in den oberen Teufen vor, was allein schon für ihre secundäre Entstehung spricht.

Seit October 1881, der Zeit, wo ein Knabe in Faluner Erzen Freigold entdeckte, werden auch besondere Golderze gefördert, nachdem schon früher ein unbedeutender Goldgehalt der gewöhnlichen Kupfererze, 2—3 g pro t, bekannt gewesen war. Das Gold kommt in zarten, weissen Quarzschnüren vor, die an gewissen Punkten den hårdmalm durchschwärmen, immer in Gesellschaft mit einem Selen-haltigen Galenobismutit. Der gewöhnliche Selenmalm, wie das Golderz ohne sicht-

bares Gold genannt wird, hält 10—30 g Au pro t. Das reichere Golderz, worin man Gold schon mit blossen Augen wahrnimmt, kann bis 100 ja 300 g pro t halten. Die reichsten Golderzmittel traf man in der Nachbarschaft eines durch viele Dislocationen ausgezeichneten Grubenraumes, Mencka vecket, und zwar besonders dort, wo im hårdmalm Diorite aufsetzen [1]).

Ueber diese und andere Eruptivgänge der Faluner Grube ist noch einiges hinzuzufügen: An zahlreichen Stellen wird der Quarzit durchsetzt von Gängen von Felsitporphyr, die gewöhnlich als gemischte Gänge entwickelt sind, insofern, als an jedem Salband schmale Nebengänge eines immer stark umgewandelten, im jetzigen Zustande dioritischen Gesteines die saurere Hauptmasse begleiten. Törnebohm schreibt sie verschiedenen Eruptionen zu. Da man aber neuerdings mehr zur Annahme einer gleichzeitigen Entstehung solcher Gebilde neigt, dürfte dies hier ebenso im Bereich der Möglichkeit liegen. Wie die schichtigen Gesteine, so sind auch diese gemischten Gänge und noch mehr eine Anzahl schmaler, selbständiger Dioritgänge in der mannigfachsten Weise gestaucht, gefaltet und verworfen. Ganze Gangabschnitte sind hierbei völlig aus dem Zusammenhang gerissen und zu ganz isolirten Klumpen zusammengeknetet.

Falu Grufva ist die älteste und bedeutendste Grube von ganz Schweden [2]). Der dortige Bergbau lässt sich bis zum Jahre 1220 zurückverfolgen, und schon aus dem Jahre 1288 kennt man eigentliche Urkunden, die sich auf „Stora Kopparberget", wie die Grube auch heisst, beziehen. Der Sage nach wurde ein Hirt auf das geröthete Ausgehende des Kieslagers aufmerksam, als er sah, wie ein Ziegenbock beim Wälzen auf dem Boden sich das Fell gefärbt hatte. Lange Jahre hindurch war Falun eine Gewerkschaft mit 1200 Antheilen, die grösstentheils der Krone gehörten. Seit 1800 ist diese in eine Aktiengesellschaft, die Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag, umgewandelt. Die grosse Pinge, Stöten genannt, unter der zum Theil im Bruch gebaut wird, bildete sich durch den Zusammenbruch ausgedehnter Weitungsbaue im Jahre 1687. Bekannt ist die Geschichte des 1670 im Mårdskins Schacht verunglückten, 50 Jahre später durch Vitriol-haltige Grubenwässer conservirt wieder aufgefundenen Bergmanns Mats Jsraelsson.

Die durchschnittliche Jahresausbeute der Faluner Grube betrug Ende der 90er Jahre 400 t Kupfer, 200 kg Silber (herrührend von silberhaltiger Blende und Bleiglanz), sowie 80-90 kg Gold. Grossartig war die Kupferproduction früherer Zeiten, besonders im 17. Jahrhundert. Ums Jahr 1651 betrug sie 3066 t. Im ganzen schätzt man die Gesammtausbeute an Kupfer auf 500000 t, daneben auf 15 t Silber und 1 t Gold. Von diesem reichen Bergsegen bestritt Gustav Adolf zum grössten Theil die Kosten seiner Kriegszüge.

---

[1]) G. Nordenström. *Fynd af gediget guld i Falu grufva.* Geol. Fören. Förhandl. Bd. VI. S. 59.

[2]) Th. Witt. *Några tekniska och ekonomiska uppgifter rörande Falu Grufva.* Falun 1896.

5. Die norwegischen Kieslager[1]).

In vier verschiedenen Districten Norwegens finden sich Kieslager, die auf Kupfer abgebaut werden: 1. an der Westküste des südlichen Norwegens und besonders auf den ihr vorgelagerten Inseln; hierher gehören das jetzt verlassene, früher vielgenannte Vigsnäs und eine Reihe von Gruben auf Bömmelö und Varaldsö; 2. an der Westküste des mittleren Norwegens die unbedeutenden Gruben bei Grimeli; 3. im Trondjem Stift, besonders die Storvarts-, Kongen- und Mug-Grube bei Röros, die Gruben bei Meraker und im Foldal; 4. im Sulitelma-Gebiet im Nordland, nördlich vom Polarkreis.

Ihrer Zusammensetzung nach bestehen diese Lagerstätten ganz überwiegend aus Schwefelkies mit beigemengtem Kupferkies. Die Erze halten 2,5—3 % Kupfer im Durchschnitt. Nur selten treten Zinkblende und noch einige andere sulfidische Erze hinzu, so Magnetkies, Bleiglanz und Arsenkies. Von nicht metallischen Mineralien betheiligen sich Quarz, der oft den Erzkörper beinahe allein einnehmen kann, ferner Hornblende, Glimmer (meist Magnesiaglimmer), Diopsid, Granat, seltener noch Feldspath, Epidot, Titanit, Chlorit und Talk, auch Flussspath. Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen zahlreicher Kryställchen von Turmalin im Kies von Vigsnäs.

Die Lagerstätten bilden mehr oder weniger linsenförmig begrenzte Massen, die dem Nebengestein concordant eingeschaltet sind. Dieses besteht aus regionalmetamorphisch veränderten Schiefern, Glimmerschiefern, Phylliten, Garbenschiefern, Quarzitschiefern und Chloritschiefern mit einzelnen Bänken, die nach den Funden von H. Reusch (Bömmelöen og Karmöen, 1888) auf Bömmelö und Stordö und a. a. O. verschiedene noch wohl erkennbare Petrefacten, wie Halysites catenularia, Favosites u. a. enthalten, also silurischen Alters sind.

Sehr merkwürdiger Weise treten die Kieslager innerhalb dieser palaeozoischen Schichten immer nur dort auf, wo Saussuritgabbromassive zu finden sind.

Die Erzlinsen sind meist wenige Meter mächtig und erreichen nur selten 20 m Dicke, können aber dafür gewöhnlich bei verhältnissmässig

---

[1]) A. Helland. *Forekomster af Kise i Norge.* Christiania 1873. — J. H. L. Vogt. *„Salten og Ranen“.* 1890—91. Mit vollständigem Litteraturverzeichniss auf S. 157. — H. Reusch. *„Bömmelöen og Karmöen“.* 1888. (Vigsnäs). — A. W. Stelzner. *Die Sulitelma-Gruben im nördl. Norwegen.* Freiberg 1891. — Zusammenfassende Uebersicht: J. H. L. Vogt. *Ueber die Kieslagerstätten vom Typus Röros etc.*, in der Z. f. pr. G., 1894, S. 41 ff. — O. Nordenskjöld. *Om Bossmo Grufvors Geologi.* Geol. Fören. Förh. Stockholm. Bd. 17. H. 5. 1895.

geringem Aushalten im Streichen auf grosse Strecken im Fallen verfolgt werden. Manchmal haben sie die Form förmlicher Erzlineale (siehe auch S. 54 und 157). Diese linealartige Lagerform ist besonders gut durch das Beispiel der Mug-Grube bei Röros zu illustriren, wo der Kies im flach gelagerten Phyllit auftritt. Er ist hier bei nur 1—3 m Mächtigkeit und 100—150 m Breite auf 1050 m Länge verfolgt worden, ferner bei der eben dort gelegenen Storvarts-Grube, wo die betreffenden Ziffern 1—3, 150—350 und 1350 lauten.

Die Grenze nach dem Nebengestein hin ist meist scharf, oft aber ist auch eine Uebergangszone entwickelt, die aus einem Schiefer und vielen concordant eingelagerten Kiesschmitzen besteht. Der Erzkörper zeigt zuweilen eine gewisse Bänderung auf dem Querbruch durch Ausbildung verschiedenartig entwickelter Erzlagen parallel dem Salband.

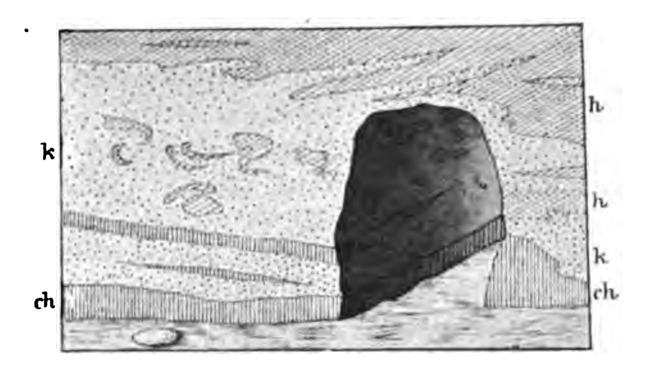


Fig. 202. *Ausgehendes des Kieslagers von Mons Peter Uren* nach Stelzner.

h Hornblendeschiefer, *ch* Chloritschiefer, *k* Kies mit Einschlüssen von Hornblendeschiefer. Mächtigkeit des Lagers 4 m.

Trotz der im allgemeinen bestehenden Concordanz der Erzkörper mit den Schiefern kommen aber nach Vogt gelegentlich auch Ueberschneidungen der Schichtung des Nebengesteins durch die Erzgrenzen vor, sowie Erztrümer, die in den Schiefer hinein abgehen, wie aus dem Profil auf Fig. 202 hervorgeht. Dasselbe zeigt ferner Einschlüsse von Schieferfragmenten mitten in der Kiesmasse, andererseits aber daneben parallel eingeschaltete Schieferlagen.

Das ganze Gebirge ist mitunter stark gefaltet und gepresst. Dies zeigt sich besonders auch an den einzelnen im Nebengestein sitzenden grossen Schwefelkieskrystallen, die gewaltig deformirt sind und striemig gefurchte Flächen besitzen.

Mitunter gewinnt es den Anschein, als ob der Kies erst bei dem Faltungsprocess sich ausgeschieden habe, da er an den Umbiegungsstellen besonders reichlich vorhanden ist. In anderen Fällen hinwiederum nehmen Kieslagen an den zartesten Fältelungen Theil, haben also die dynamischen Processe mit durchgemacht.

Sehr gewöhnlich sind in der unmittelbaren Nähe der Kieskörper Gleit- und Rutschflächen wahrzunehmen.

Endlich ist bemerkenswerth, dass den beschriebenen ganz ähnliche Kieslager zuweilen auch auf Gleitflächen inmitten von Saussuritgabbro beobachtet wurden.

Die mehrfach erwähnten Saussuritgabbros werden jetzt allgemein als stark gepresste und dynamisch veränderte Intrusivmassen von ursprünglich normalen Gabbros aufgefasst. In diesen Gesteinen ist der basische Kalknatronfeldspath vollkommen ersetzt durch Saussurit, d. i. ein Gemenge von Zoisit mit Albit. Diese Gabbros enthalten ausserdem anstatt des Diallags Hornblende in der Form des Smaragdites, sowie Aktinolith, Chlorit, etwas Granat und Rutil.

Ueber die Genesis der norwegischen und anderer ähnlicher Kieslagerstätten haben sich die Ansichten immer noch nicht völlig geklärt. Die hauptsächlich von Stelzner und Klockmann verfochtene Auffassung der Kiese als sedimentäre Bildungen hat immer noch Anhänger. Sie stützt sich wesentlich auf die in den meisten Fällen zwar, doch wie gesagt, nicht ausnahmslos zu beobachtende Concordanz, ferner auf die oft bemerkbare, der Schichtung parallele Bänderung. Sie nimmt an, dass Erzlösungen, die von zerstörten älteren Erzlagerstätten stammten, an ruhigen Stellen des Meeres vermittelst der Reduction durch organische Substanzen ausgefällt seien, erklärt aber garnicht die gesetzmässige räumliche Verknüpfung der Kieslager mit den Saussuritgabbros.

Dahingegen glaubt Vogt, dass die Kiese erst später in Form von Lösungen parallel von Gleitflächen längs der Schichtung in die Schiefer hineingepresst worden seien und zwar im Gefolge der Gabbrointrusionen und während der gleichzeitigen Dynamometamorphose. Als analoge Bildung zieht er die Erzlager im Contactbereich der granitischen Intrusivmassen des Christianiagebietes herbei und legt ausserdem auf die gelegentlich zu beobachtenden Ueberschneidungen der Schiefer durch die Kiesgrenzen und auf das Vorkommen von Kiesen auf Gleitflächen des Gabbros selbst, wie zu Storhusmandsberget in Meraker, das grösste Gewicht. Hierbei stellt er sich die Infiltration der Lösungen unter so hohem hydrostatischen Druck vor, dass hierdurch der Faltungsdruck,

der ja sonst die entstandenen Hohlräume wieder hätte schliessen müssen, überwunden worden sei.

Im Jahre 1898 producirte Röros 20000 t Schmelzerz und 16800 t Exportkies und hatte ein Reinausbringen von etwa 600 t Kupfer. — Sulitelma erzeugte 40—45000 t Kupfererz und zwar 9000 t Schmelzerz, 31000 t Exportkies. Das Reinausbringen von Kupfer betrug etwa 400 t Kupfer. Die Kupferproduction von ganz Norwegen für 1898 wird auf 3673 t angegeben.

6. Die Kieslager von Ducktown in Tenessee[1].

Ducktown liegt in der Südostecke von Tenessee, in einem aus sehr stark gefalteten krystallinen Schiefern der metamorphen, wahrscheinlich silurischen Ocoeeformation aufgebauten Gebirgsland. Die Lagerstätten bestehen aus linsenförmigen, staffelförmig zu wesentlich drei Hauptzügen aneinander gereihten Erzkörpern, deren Mächtigkeit 3—120 m beträgt. Sie sind annähernd parallel im Streichen Talk- und Glimmerschiefern eingeschaltet, die nicht unter 50° geneigt, meist sogar ganz steil gestellt sind. Verfolgt man die Grenzflächen genauer, so zeigt sich allerdings, dass diese in vielen Fällen Gleitflächen sind, die spitzwinklig die Schieferungsebene schneiden.

Die Erzkörper bestehen in unverändertem Zustand, wie er in 6—27 m Teufe angetroffen wird, aus Magnetkies mit untergeordnetem Markasit, Eisenkies, Kupferkies, auch etwas Zinkblende und Bleiglanz. Diese Erze bilden entweder, wie in der Ost-Tenessee-Grube, nur reiche Imprägnationen von Glimmer- oder Hornblendeschiefern, oder sie setzen papierdünne bis dickbankförmige Lagen zusammen, die sich zu den erwähnten linsenartigen Gebilden zusammenschliessen. Die reichen Erze halten über 7,5 % Kupfer, die ärmeren 5,5 % im Durchschnitt. Doch sind die Mischungsverhältnisse zwischen dem an sich sehr kupferarmen Magnetkies mit den eigentlichen Kupfererzen sehr schwankend. Auch in den derben Erzmassen trifft man neben Schieferlagen fein vertheilte Lagerarten und zwar Aktinolith neben etwas Granat, Kalkspath und Quarz, seltener Zoisit und Diopsid. Der Aktinolith, nach Henrich offenbar aus einem Pyroxen hervorgegangen, bildet mit den Erzen förmlich durchtränkte Aggregate. Auch die Granatkrystalle sind von

[1] H. Credner. *Die Kupfererzlagerstätten von Ducktown.* B. u. H. Z., 1867, S. 8—10. — A. F. Wendt. *The Pyrites Deposits of the Alleghanies.* School of Mines Quarterly 1886. Vol. VII. — C. Henrich. *The Ducktown Ore-Deposits and the Treatment of the Ducktown Copper-Ore.* Transact. Amer. Inst. Min. Eng., 1896, Vol. 25, S. 173—245. — J. F. Kemp. *The Deposits of Copper-Ores at Ducktown, Tenn.* Ebenda. Febr. 1901. (Mit Bibliogr.).

den Erzen durchtrümert, während der Quarz gleichzeitig mit diesen ausgeschieden ist. Der Quarz füllt übrigens auch schwebende Querklüfte (floors) in den Lagern aus.

Ueber den rein sulfidischen Erzen folgt bei den steil gestellten Erzkörpern zunächst eine 0,6—2,4 m mächtige „Schwarzkupferzone". Diese besteht in der Hauptsache aus Kupferglanz, daneben aus Buntkupferkies, Kupferkies, Eisenkies, Eisen- und Kupfervitriol, umschliesst auch Rothkupfererz, Malachit, Kupferlasur in Nieren und Drusen, ferner gediegen Kupfer in Blechen, Trauben und Dendriten, endlich selten auch Harrisit. Betreffs der Genesis dieser Zone vergleiche man das S. 388 Gesagte.

Die Schwarzkupferzone, die überall zunächst abgebaut worden war, wird bedeckt von einem 5—24 m mächtigen Eisernen Hut aus sandigem, schlackigem, dichtem, schwammigem oder glaskopfartigem Brauneisenstein, der häufig hervorragende Klippen bildete.

Henrich hält die Ducktowner Lagerstätten für ursprüngliche Pyroxengesteine, die eine Metamorphose zu Aktinolithgesteinen erlitten und im Gefolge davon mit Erzen imprägnirt wurden. Aus den Verbandsverhältnissen dieser letzteren unter einander schliesst er, dass zunächst Magnetkies und Kupferkies, später die anderen Erze nebst dem Quarz zugeführt worden seien.

Schon die prähistorischen Moundbuilder sollen nach vorhandenen Fundresten in Tenessee oxydische Erze verschmolzen haben. 1850 wurde die erste Grube Hiwassee fündig. 1853 producirte das neue Revier 808 t mit 28% Cu im Durchschnitt. Im ganzen hat Ducktown seit 1850 gegen 14500 t reiche Kupfererze erzeugt.

V. Kobalterzlager in fahlbandartiger Entwicklung.

1. Die Kobaltfahlbänder von Skuterud und Snarum in Norwegen[1]).

Die Kobalterzlagerstätten von Skuterud und Snarum liegen im Kirchspiel Modum im südlichen Norwegen, im SW. von Tyrifjord. Das Grundgebirge der Gegend besteht aus den durchweg völlig steil aufgerichteten krystallinen Thelemarkenschiefern, die regionalmetamorphe

[1]) Wichtigste Litteratur: J. F. L. Hausmann. *Reise durch Skandinavien.* II. 1812. S. 69-91. — K. F. Böbert. *Ueber die Analogie des Glanzkobalt-Lagers bei Skuterud etc. und bei Vena.* Karstens Arch., 4. Bd., 1832, S. 280—284. — Derselbe. *Ueber das Modumer Blaufarbenwerk in Norwegen.* Ebendort. 21. Bd. 1846. S. 207-214. — H. Müller. *Bericht im Manuscript.* 1857. — Kjerulf. *Geol. d. südl. Norwegens.* Uebersetzt von Gurlitt. 1880. S. 323. Das Obige ist ein Auszug aus einer im Manuscript vorliegenden Monographie d. V. vom Jahre 1899.

Schichten von wahrscheinlich palaeozoischem Alter darstellen. Im Gebiete der Kobaltfahlbänder herrschen unter diesen mittelkörnig-schuppige Biotitgneisse, die sich durch einen grossen Reichthum an Mikroklin und Sillimanit sowie durch häufige Hornfelsstructur auszeichnen, mehr untergeordnet sind Muscovitgneisse, verschiedene Arten von Quarzit, meist granatreichem Amphibolit, Biotitschiefer, Salitfels, Anthophyllit- und Gedritgesteine eingeschaltet. Die gerade in der unmittelbaren Nachbarschaft der Kobalterzlagerstätten sehr stark entwickelten Amphibolite bilden zwar meist concordante Lager, zeigen aber local durchgreifende Lagerung und sind augenscheinlich umgewandelte Gabbros und Diabase. Endlich machen sich zahlreiche Gänge und unregelmässige Intrusivmassen von Pegmatit bemerkbar.

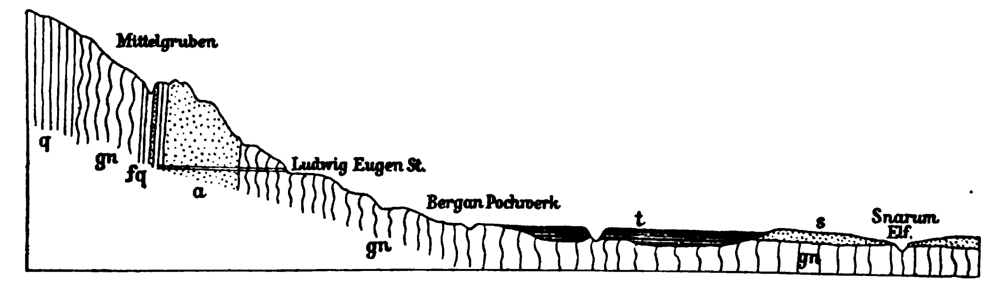


Fig. 203. *Profil durch die Kobaltfahlbänder von Skuterud.*

gn Biotitgneisse, reich an Sillimanit und Mikroklin, *q* Quarzit, *fq* Fahlbandquarzit, *a* Granatamphibolit, *t* spätglaciale Thone mit Arca glacialis Sars, *s* glaciale Sande und Grande.

Unter den Fahlbändern hat nur das Hauptfahlband ökonomische Bedeutung erlangt, das sich über 10 km lang mit einem Streichen nach NS. bis NNW. auf der Westseite des Simoathales in einer gebirgigen und grösstentheils waldbedeckten Gegend hinzieht, von Muggerud bei Skuterud nordwärts bis in die Gegend der Korsbön Höfe bei Snarum. Wenn auch innerhalb dieser langen und ein paar Hundert Meter breiten Zone fast überall Gestein mit geringem Kobaltgehalt bekannt ist, sind allerdings nur einige wenige Stellen so erzreich befunden worden, dass der Betrieb lohnte. Bergbaue bestanden bei Skuterud, weiter nördlich bei Saastad und endlich am Devigkollen, beim Svartefjeld, bei Svendbye und Heggebaek. Nur unbedeutend und unabbauwürdig ist ein zweites Kobaltfahlband auf der gegenüberliegenden Thalseite, das an der Kirche von Snarum vorüberzieht.

Die allgemein geologischen Verhältnisse bei den wichtigsten Gruben, denen von Skuterud, werden durch das Querprofil in Fig. 203 erläutert.

Diese Kobaltfahlbänder sind dem allgemeinen Streichen und gewöhnlich auch dem Fallen folgende Schichtencomplexe verschiedener krystalliner Gesteine, die Kobalt- und andere Erze eingesprengt enthalten. Der von dieser Imprägnation bevorzugte Sitz ist ein licht gefärbter Quarzit von feinkörnig-krystalliner Structur. Dieser Fahlbandquarzit enthält neben dem vorwaltenden Quarz sehr viel braunen Glimmer und zahlreiche gedrungene Kryställchen eines braunen Turmalins, ferner Körnchen von Salit, Stengelchen von Anthophyllit, Rutil, Zirkon, Graphit und die Erze. Ganz besonders reich an Kobalterz haben sich innerhalb dieser Quarzite wiederum gewisse Schichten erwiesen, die sehr viel Salit oder graugrünen Strahlstein oder Anthophyllit, sowie auch Plagioklas führen. Auch hat man die Kobalterze in Verbindung mit einem körnig-krystallinen oder grobstrahligen Salitfels angetroffen, der auch etwas Plagioklas, Quarz und braunen Turmalin umschliesst und secundär sich in ein Anthophyllitgestein umgewandelt zeigt.

Unter den eingesprengten Erzen ist das wichtigste der Glanzkobalt. Er findet sich gewöhnlich in völlig ausgebildeten Krystallen und zwar auch als Einschluss inmitten des Quarzes und anderer Gemengtheile des Fahlbandquarzites, auch innerhalb der Granaten der glimmerreichen Grenzschicht der Amphibolite. Mehr untergeordnete Begleiter des Glanzkobaltes sind Kobaltarsenkies, Kupferkies und Magnetkies. Die beiden letztgenannten umhüllen bisweilen den Glanzkobalt, bilden aber andererseits Einschlüsse in Fahlbandmineralien, wie im Turmalin. Ausserdem macht sich ein jüngerer Kupferkies in Zwischenräumen des Salitfelses bemerkbar. Selten wird der Magnetkies von Molybdänglanz begleitet.

Gänge mit Kobalterzen sind im ganzen Gebiet unbekannt. Einige in der Fahlbandzone aufsetzende, unbedeutende Quarz-Kalkspathgänge mit Eisenkies, Kupferkies und Bleiglanz haben als sichtlich jüngere Gebilde mit der Genesis der Kobaltgesteine nichts zu thun.

Die Vertheilung des eingesprengten Kobalterzes in den Fahlbändern ist eine ungleiche. Innerhalb der bauwürdigen Schichten oder Erzbänder trifft man wiederum besonders reiche Mittel, Reicherzbänder, die meist nur 10—20 cm, selten bis 0,5 m mächtig werden können. Gewöhnlich bestehen sie aus einem Gemenge von Quarz, Strahlstein, Glimmer und Erz, doch kommen auch nicht unbeträchtliche Massen von fast reinem, derbem Erz darin vor. Bisweilen schneidet das Einfallen der Erzmittel spitzwinkelig die Fallrichtung der gleich streichenden Gesteinsschichten.

Im allgemeinen ist die Erzführung arm. Böbert schliesst aus Erhebungen des Jahres 1840, dass im Durchschnitt die damals geförderten erzführenden Fahlbandmassen 3 % Pocherz enthielten, aus dem Pocherz aber etwa 3 % Kobaltschliech erzielt wurde.

Die Genesis dieser Lagerstätten ist in Dunkel gehüllt. Wahrscheinlich aber waren die Gesteine der Fahlbänder schon vor der Regionalmetamorphose kobalthaltig.

Die Kobaltgruben im Modum Kirchspiel wurden 1772 fündig und gehörten anfangs der Krone bis 1813. Zu Zeiten hoher Kobaltpreise erlebten sie eine bedeutende Blüthe. Im Betriebsjahr 1838/39 zum Beispiel beliefen sich nach Böbert die erhaltenen Kobaltschlieche auf 3106 Ctr. Ende der 40er Jahre kamen die wichtigsten Gruben in den Besitz der sächsischen Privatblaufarbenwerke.

Die Beschreibung der norwegischen Kobaltfahlbänder passt fast ganz genau auch auf die von Vena bei Askersund am Wetternsee in Schweden, die indessen wegen ihrer noch geringeren Ergiebigkeit schon längst nicht mehr bebaut werden.

Eine gewisse Verwandtschaft besteht vielleicht auch zwischen den Kobalterzlagerstätten von Skuterud und denen von Tunaberg in Södermanland in Schweden[1]). Hier aber sind der Glanzkobalt und der Kupferkies weniger in krystallinen Schiefern, als vielmehr in einem dolomitischen, krystallinen Kalkstein eingesprengt. Auch über diese Lagerstätte kann man betreffs der Genesis leider nicht einmal Vermuthungen aussprechen[2]).

2. Die Kobalterzlagerstätte von Daschkessan im Kaukasus.

Die kaukasischen Kobalterzlager sind ganz anderer Art, wie die norwegischen Kobaltfahlbänder. Sie schliessen sich in ihrer Zusammensetzung mehr an die Schwarzenberger Erzlager an, von denen sie eine kobalthaltige Abänderung darstellen.

Die Kobalterzlagerstätte von Daschkessan[3]) streicht am östlichen Gehänge des Katschkar Tschai-Thales, etwa 6 Meilen westlich von Elisabethpol im armenischen Bergland südlich von der Hauptkette des Kaukasus und des Kura-Flusses zu Tage aus. Die Gruben liegen etwa

[1]) Erdmann. *Beskrifning öfver Tunabergs Socken.* Stockholm 1849. — Durocher. *Observations sur les gîtes métallifères de la Suède et de la Norvège.* Ann. des mines XV, 1849, p. 329.

[2]) Anmerkung. Die mineralogisch ganz anders zusammengesetzten Fahlbänder von Kongsberg, deren Imprägnationen aus Eisenkies, Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz bestehen, sind bereits zugleich mit den Kongsberger Silbererzgängen auf S. 281 beschrieben worden.

[3]) Nur ganz kurz erwähnt von A. Bernoulli. Z. d. D. G. G., 1867, XIX. Bd., S. 14. — Desgleichen bei G. Rose. Ebendort. 1868. S. 233. — Das Folgende nach brieflichen Mittheilungen von J. Dannenberg an A. Weisbach und nach eigenen Untersuchungen der Belegstücke der Freiberger Sammlung.

300 m über der Thalsohle und 1500—1700 m über dem Meere. Während sonst im Katschkar Tschai-Thale granitische Gesteine vorwalten sollen, findet man an den Gruben selbst folgende Verhältnisse vor:

Das Erzlager fällt ganz flach mit nur 5° und völlig regelmässig nach SO. ein, und dieselbe Lagerung zeigt anscheinend das Hangende und Liegende. Die Schichtenfolge von oben nach unten lautet, wie folgt:

4. Ein röthlich oder schmutzig graugrün gefärbter, stark zersetzter und theilweise in ein sehr feinkörniges Aggregat von Epidot und Granat umgewandelter Porphyrit, der auch die Tagesoberfläche bildet;
3. das eigentliche Kobalterzlager, durchschnittlich 0,2 m mächtig;
2. ein Lager von Magneteisenerz in einer Mächtigkeit von über 1,8 m;
1. ein sehr stark zersetzter lichtgrauer Porphyrit, ausserordentlich reich an CaO und Na_2O.

Das Magneteisenerzlager besteht vorherrschend aus feinkrystallinkörnigem Magnetit. Selten enthält es auch grössere Krystalle des letzteren. Beigemengt sind Granat, Epidot, Strahlstein, Quarz, Kupferkies, Zinkblende und Eisenglanz. Der Quarz, ganz durchspickt von Hornblendenädelchen, gleicht dem Prasem von Schwarzenberg. Der Eisenglanz bildet grössere Blätter oder strahlige Pseudomorphosen nach Strahlstein. Drusiger Quarz mit Eisenglanz, kleinen Magnetitkryställchen und gelbgrünem Epidot liegt besonders aus den liegenderen Theilen vor, wo er sich zusammen mit grobspäthigem Calcit findet. Nahe am Hangenden ist dem Magnetit vielfach ein theilweise serpentinisirtes, licht grünlich-gelbes Mineral beigemengt, das sich als ein Salit oder ein Diopsid zu erkennen giebt.

Der daraus hervorgegangene Serpentin bildet zusammen mit grüner Hornblende, Chlorit, Epidot, Granat und mit von Aktinolithnädelchen ganz durchspicktem, prasemartigem Quarz die eigentliche Grundlage des Kobalterzlagers. Wo diese Masse besonders reich an Serpentin ist, wird sie von den dortigen Bergleuten Pfeifenstein „Tschibusch Dasch" genannt, weil aus ihr im bergfeuchten Zustand Pfeifenköpfe geschnitzt werden können. In dieser skarnähnlichen Lagermasse sehr unregelmässig vertheilt finden sich die Erze, nämlich Glanzkobalt, gewöhnlich in derben Aggregaten, zuweilen auch in Krystallen von der Form O, $\frac{\infty On}{2}$, selten auch (nach Weisbach) mit 2O2, ferner Kupferkies, sowie ein wenig Zinkblende, Eisenglanz und Magnetit. Das Kobalterz ist manchmal in nester- oder linsenartigen Partien angereichert. Auch wurden trumartige Erzausscheidungen inmitten der Lagerart beobachtet. In gewissen Theilen des Lagers finden sich körnig-krystalline Aggregate von Schwerspath mit Körnern von Kupferkies und Blende, welche letzteren von Bleiglanz umsäumt und durchtrümert werden.

Ein zweites, wohl ähnliches Kobalterzlager ist zwischen Daschkessan und Bayan bekannt.

Der Bergbau auf dem beschriebenen Kobalterzlager wurde seit 1866 durch eine deutsche Firma (Siemens) betrieben und scheint seine Blüthezeit Ende der 60er Jahre gehabt zu haben. So wurden im Jahre 1869 dort 187,5 t Kobalterz gewonnen und nach den sächsischen Blaufarbenwerken ausgeführt.

VI. Schichtige Goldlagerstätten im krystallinen Schiefergebirge.

1. Die Gold führenden Lagerstätten in den appalachischen Staaten[1]).

Die appalachischen Goldlagerstätten finden sich in einer breiten Zone zwischen der Ostküste Nordamerikas und der Gebirgskette der Alleghanies. Diese Region beginnt im Norden in Nova Scotia, wo 1861 bei Halifax das erste Gold entdeckt wurde, und zieht sich in südwestlicher Richtung alsdann bis durch Alabama hindurch. Hier in den Südstaaten war schon den spanischen Entdeckern das Goldvorkommen bekannt. Die Lagerstätten liegen sämmtlich im Gebiet von krystallinen Schiefern, wie Glimmergneissen, Hornblendegneissen, Glimmerschiefern, Hornblendeschiefern, Quarzit-, Chlorit- und Sericitschiefern, die theils archäischen, theils algonkischen oder noch jünger palaeozoischen Alters sind. Alle diese Gesteine sind in den Goldgebieten gewöhnlich bis zu 15—30 m Tiefe vollständig zersetzt zu thonig-lettigen, von G. F. Becker Saprolith genannten Massen.

Die grosse Mehrzahl der Lagerstätten besteht aus Gesteinszonen, die zahlreiche oft dicht geschaarte, in der Hauptsache der Schichtung vollständig parallele, zuweilen aber dieselbe local auch überschneidende Quarzschmitzen enthalten. Diese führen goldhaltigen Eisenkies, mehr untergeordnet auch goldhaltigen Kupferkies und Arsenkies, sowie Bleiglanz und Zinkblende, nur selten endlich, wie bei Kings Mountain Grube, N. C., Telluride. Da zuweilen inmitten des Quarzes Fragmente des umgebenden krystallinen Schiefers sich eingeschlossen finden, ist die epigenetische Natur dieser Goldquarzschmitzen nicht zweifelhaft. Diese Annahme wird noch durch das wenn auch seltene Auftreten von

---

[1]) Wichtigste Litteratur: H. Credner. *Beschreibung von Mineralvorkommen in Nordamerika.* B. u. H. Z., 1866, S. 55 u. 144. — Derselbe. *Geogn. Skizzen aus Virginia, Nordamerika.* Z. d. D. G. G., 1866, S. 77. — W. B. Phillips. *The Lower Gold Belt of Alabama.* Geol. Surv. of Alabama. Bull. 3. 1892. — G. F. Becker. *Reconnaissance of the Gold-Fields of the Southern Appalachians.* XVI. Ann. Rep. of the U. S. Geol. Surv. 1894—95, S. 289ff. — H. B. Nitze. *The Gold-Ores of North Carolina.* Geol. Surv. of N. Carolina 1895, Bull. 3. — Derselbe. *Gold Mining in the Southern Appalachian States.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 1895.

echten Spaltengängen (vergl. S. 301 u. 304) von derselben mineralischen Zusammensetzung unterstützt. Ausser den bauwürdigen Quarzlinsen kennt man in demselben Gebiete noch fahlbandartige Imprägnationszonen in den krystallinen Schiefern mit denselben oben genannten Erzen, in feinster Vertheilung eingesprengt. Die so imprägnirten Gesteine sind dann gewöhnlich zugleich verkieselt.

Die Einwanderung der goldhaltigen Lösungen hat wahrscheinlich schon vor der Jura-Trias-Zeit stattgefunden, da die diesem Zeitabschnitt angehörigen Conglomerate dieser Gegend bereits Gold enthalten. Dies gilt wenigstens unter der Voraussetzung, dass der Goldgehalt dieser jura-triasischen Conglomerate primär ist.

Unter allen den zahlreichen Beispielen verdienen die zugleich Tellurwismuth führenden Lagerstätten dieser Art in der Umgebung von Dahlonega in Georgia besonderes Interesse.

Nach H. Credner treten hier in einer bestimmten, jedoch weder durch Schichtungsflächen noch Klüfte begrenzten Zone des Chloritschiefers von nur 8 cm Mächtigkeit viele 1,5—3 cm starke Schmitzen, sowie einzelne nussgrosse Ausscheidungen von Quarz auf, die neben Granat, Blättchen von silberweissem Glimmer, Eisenkies und Brauneisenerz vereinzelte kleine, schuppige Partien von lichtbleigrauem Tetradymit enthalten. Durch den umgebenden Chloritschiefer ziehen sich ausserdem kleine spaltenförmige Drusenräume, in denen gediegen Gold in traubenförmigen Büscheln, durchwachsen von kleinen hellen Quarzkrystallen, ausgeschieden ist. Oft hängen Aggregate von krystallisirtem Gold nur an einem dünnen Draht am Schiefer fest. Auch der Hornblendegneiss von Dahlonega, der sich dort zwischen Itacolumit-ähnlichen Quarzitschiefern eingeschaltet findet, enthält Gold- und zwar in moos-, draht- und blattförmigen Gestalten, zusammen mit dem Tellurwismuth in Quarzschmitzen eingewachsen.

Merkwürdig sind auch die von Faribault[1]) aus Nova Scotia beschriebenen Goldquarzlager. Sie sind mit wenigen Ausnahmen an die antiklinalen Falten des aus Schiefer und Quarzit bestehenden Gebirges gebunden und zwar an solche Stellen, die in Folge einer zweiten Aufsattelung eine domförmige Auftreibung erlitten haben, stellen also den Sattelgängen von Bendigo analoge Bildungen dar.

Elf ungefähr parallele solche Antiklinalen sind östlich von Halifax bekannt. Von 21 durch die geologischen Aufnahmen nachgewiesenen Schichtengewölben auf den Antiklinalen enthalten 14 in Abbau begriffene und 6 wenigstens nachgewiesene Goldquarzkappen. Die Aufblätterung erfolgte gewöhnlich an der Grenze zwischen Quarzit und Schiefer und war verbunden mit Gleiterscheinungen, wie die Rutschflächen am Nebengestein zeigen. Die Hohlräume entstanden sehr allmählich und wurden von dem Gold haltigen Quarz ebenso allmählich ausgefüllt, wie die Krustenstructur der Erzkörper beweist. Die Mächtigkeit der bis jetzt bearbeiteten Sattel-

---

[1]) E. R. Faribault. *The Gold Measures of Nova Scotia and Deep Mining.* Paper read before the Canad. Min. Inst. March 1899.

gänge schwankt zwischen 0,4—0,7 m. Auf der Golden Hill-Kuppel sind etwa 55 verschiedene Erzkörper auf der Nordseite einer solchen Antiklinale ausgerichtet worden. Uebrigens sind in der Gegend auch echte Spaltengänge von derselben Zusammensetzung bekannt.

2. Einige andere Beispiele ähnlicher Art.

Nur kurz erwähnt möge werden, dass auch anderwärts in Nordamerika Goldvorkommnisse dieser Art, wie in der Appalachenzone bekannt sind, so z. B. in den Black Hills in Dacota.

In Südamerika finden wir sie in Brasilien, so namentlich im Gebiete westlich von der Sierra Mantiqueira[1]). In der Gegend von Ouro Preto sind bisweilen gewisse nur wenige cm mächtige Lagen von sandigem Eisenglimmer innerhalb der S. 65 erwähnten Itabirite reich an Klumpen, Blechen und Drähten von Gold. Berühmt ist das Beispiel der Grube Gongo Socco, die 1826—1856 aus solchen Jacutinga genannten Eisenglimmerzonen 12887 kg Gold producirte[2]).

In Afrika gehören nach Schmeisser[3]) hierher z. B. die Goldlagerstätten der Sutherlandgrube westlich von Leydsdorp, nach Molengraaff[4]) diejenigen in den krystallinen Schiefern von Barberton, beide in Transvaal, vor allem aber die meisten Goldvorkommnisse der sogenannten Goldküste von Westafrika, nördlich und südlich vom Konggebirge. Früher fand dort Bergbau in folgenden Districten statt: in Denkira mit Wassau, Encasse, Juffer und Commendah, Acanny, Akim, Aschanti, Adansi und Aowin. Ueber die goldführenden Conglomerate von Tarkwa in Wassau wird weiter unten berichtet werden. Die früher bedeutendere Production ist zur Zeit bis auf einen Jahresdurchschnitt im Werthe von 102000 £ heruntergegangen[5]).

Auch in Europa ist dieser Lagerstättentypus vertreten, aber anscheinend noch nicht so genau wissenschaftlich untersucht, wie bei dem Beispiel aus den Alleghanies. Wir erwähnen nur kurz nach J. G. Klemm die goldführenden Quarzite der Sierra Guadarrama nördlich von Madrid[6]). Auch in dem einst berühmten römischen Goldbergbaugebiet im Somedogebirge des nordwestlichen Spaniens

---

[1]) A. Pissis. *Vorkommen und Gewinnung des Goldes in Brasilien.* Ref. in der B. u. H. Z., 1842, p. 752.

[2]) H. K. Scott. *The Gold-Field of the State of Minas Geraes.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. and May 1902.

[3]) Schmeisser. *Ueber Vorkommen und Gewinnung nutzbarer Mineralien in der südafrikanischen Republik.* 1894. S. 33.

[4]) G. A. F. Molengraaff. *Géol. de la Rep. Sud-Africaine.* p. 17.

[5]) Z. f. pr. G., 1899, S. 374.

[6]) J. G. Klemm. *Das Vorkommen des Goldes im mittleren Spanien.* B. u. H. Z., 1867, S. 125.

kommt das Gold nach Th. Breidenbach[1]) als Staubgold in Imprägnationszonen eines Schiefergebirges vor. Nur die goldhaltigen Schiefer wurden von den Römern abgebaut, die sehr goldarmen Quarzgänge der Gegend gar nicht berührt.

Etwas ausführlicher haben wir eine in den österreichischen Alpen gelegene Lagerstätte dieser Art im folgenden zu schildern:

8. Die Goldlagerstätten von Zell im Zillerthal.

Die Glimmerschiefer, phyllitischen Schiefer und Talkschiefer des Zillerthales enthalten nach A. R. Schmidt[2]) am Tannenberge, Heinzenberge und am Rohr bei Zell, sowie am Leimacher Berge bei Hippach und von da bis gegen Thurnberg und Kaltenbach eine Menge von der Schichtung parallelen Gold führenden Quarzausscheidungen, die gewöhnlich von schwärzlich-grauem, mit Arsen- und Eisenkies fein imprägnirtem Thonschiefer begleitet werden. Diese lagerartigen goldhaltigen Massen führen im Gegensatz zu dem glasigen Quarz ebenfalls dort vorkommender tauber Schmitzen dieses Mineral in einer trüben, milchweissen oder bläulichen Ausbildung. Die einzelnen Lager kann man nur kurze Strecken weit verfolgen, sie bilden aber in ihrer Gesammtheit einen langen einheitlichen Zug. Die meisten sind nicht bauwürdig. Nur am Heinzenberg bei Zell hat sich zeitweilig der Vincenzi-Bergbau zu grösserer Bedeutung entwickeln können.

Es ist bemerkenswerth, dass man neben den neun dort früher abgebauten Lagern im grauen Thonschiefer auch Quarzgänge kennt, die aber nie Gold geführt haben sollen. Die Lager folgen mit gleichem Streichen und Fallen unter 65—75° nach S. in geringen Abständen hinter einander und sind von wenigen cm bis 12 m mächtig. Das wichtigste von ihnen ist das Friedrichslager, auf welchem man einen 120—140 m breiten, diagonal zwischen dem Streichen und der Falllinie in die Tiefe ziehenden Erzfall bauwürdig befunden hat. Schon diese Erzvertheilung in Form von Adelsvorschüben spricht für die epigenetische Entstehung dieser Lagerstätten. Uebrigens bestehen dieselben durchaus nicht in ihrer ganzen Mächtigkeit aus Quarz, sondern vielmehr in der Hauptsache aus mit Quarz durchtrümertem Schiefer.

Das Gold kommt meist gediegen, sehr fein eingesprengt, selten in sichtbaren Körnchen und Blättchen vor. Die gewöhnlichen Goldgehalte betrugen pro t für:

---

[1]) Th. Breidenbach. *Das Goldvorkommen im nördlichen Spanien.* Z. f. pr. G., 1893, S. 20.

[2]) A. R. Schmidt. *Geognostisch-bergmännische Skizzen über die Erzlagerstätten Tyrols.* B. u. H. Z., 27. Bd., 1868, S. 9—11 und 53—54.

den ausgehaltenen Quarz	35—122 g,
das Haufwerk aus Quarz und Schiefer .	5,2 g,
den goldhaltigen Schiefer	1,8 g.

Auf 1 t Schiefer entfielen aber in der Regel nur 3,8 kg Quarz.

Der Vincenzi-Bergbau begann im Jahre 1628. Im Jahre 1858 wurde er vom Aerar an eine Gewerkschaft veräussert. Zeitweilig eingestellt, soll er in neuester Zeit wieder eröffnet werden.

4. Die goldhaltigen Hornblendegneisse in Maschonaland.

In der Ayrshiregrube im Lomagunda-Gebiet in Maschonaland hat man einen lagerartigen, den steil nach Nord einfallenden Hornblendeschiefern, Chloritschiefern und tauben Hornblendegneissen zwischengeschalteten Gesteinskörper aufgeschlossen, der auf eine streichende Länge von 210 m und bei einer Mächtigkeit von 3 m einen mittleren Goldgehalt von durchschnittlich 23 g pro t, stellenweise bis 30 g, ja einmal bis 43 g pro t aufwies. Dies Gestein ist ein Hornblendegneiss von mittlerem Korn. Unter dem Mikroskop bemerkt man das Freigold in Form von rundlichen Körnchen, gestreckten krystallinen Partikeln oder winzigen flächenreichen Krystallen als Einschluss im Quarz, Plagioklas, Orthoklas, in der grünen Hornblende, sowie auch im Epidot. Ein ausserdem vorhandener lichter Kies, anscheinend ein nicht magnetischer Magnetkies, ist zwar nicht der eigentliche Träger des Goldes, wohl aber zuweilen mit Goldkörnchen randlich verwachsen. Das schematisch gehaltene Dünnschliffbild (bei starker Vergrösserung, combinirt aus verschiedenen Stellen des Präparates) erläutert das Auftreten des Edelmetalles, das offenbar gleichzeitig mit der Umwandlung dieses metamorphen Gesteines seine jetzige Vertheilung und Ausbildung erhalten hat. Alle Hinweise auf die Herkunft des Goldes sind bei dieser Umwandlung naturgemäss verwischt worden.

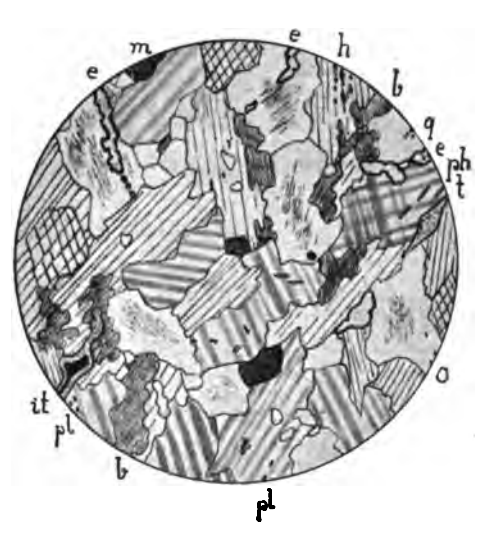


Fig. 204. *Hornblendegneiss von Lomagunda.* Vergr. 150, bei pol. L.

o Orthoklas mit Einschlüssen von Gold, wo gestrichelt, zersetzt, *pl* Plagioklas, *q* Quarz, *h* Hornblende. *e* Epidot. alle vier mit Einschlüssen von Gold, *ph* *Plagioklas* mit Hornblendemikrolithen, *it* Ilmenit mit Titanitrand, *t* Titanit, *b* Biotit, *m* Magnetkies.

5. Die goldhaltigen Gneisse auf Madagaskar.

An Belegstücken, die von Superbie gebracht wurden, zeigte A. Lacroix[1]), dass am Mandraty-Fluss auf Madagaskar Biotitgneisse vorkommen, in deren Gemengtheilen (im Quarz, Orthoklas, Oligoklas und Biotit) winzige Kryställchen von Gold eingeschlossen sind, während ausserdem noch selbständige Körner und Kryställchen reichlich an der Zusammensetzung des übrigens völlig pyritfreien Gesteins Theil nehmen. Auch die Magnetit-Quarzite derselben Gegend enthalten das Gold in dieser Weise. Der genannte Autor erinnert auch an das von O. Derby berichtete Vorkommen von Gold als normaler Gemengtheil eines Gneisses im District Campanha in Brasilien.

b) Wesentlich durch Imprägnation entstandene epigenetische Erzlager innerhalb nicht krystalliner Schichten.

α) Sogenannte Kieslagerstätten[2]).

1. Das Erzlager des Rammelsberges bei Goslar.

Der Rammelsberg, bei der alten Kaiserstadt Goslar am Harzrande gelegen, wird von Schichten der Devonformation zusammengesetzt, die hier völlig überkippte Lagerung erkennen lassen. Ueber diese grosse Gebirgsstörung giebt das umstehende Profil in Fig. 205 nach F. Klockmann Auskunft, welchem Autor wir auch bei der folgenden Schilderung in der Hauptsache folgen werden. Danach ist das Lager den mitteldevonischen Thonschiefern (Goslarischen Schiefern) des liegenden Flügels der Rammelsbergfalte zwischengeschaltet, die vom Calceola-Schiefer und noch höher hinauf vom unterdevonischen Spiriferensandstein überlagert werden.

Die Erzkörper zeigen deutliche Schichtung, und diese verläuft völlig gleichmässig mit der Schichtung des Nebengesteins, sodass alle die zahlreichen Falten und Fältchen des Schiefers auch im Erzlager ihren Ausdruck gefunden haben. Insbesondere wird ein nach dem Hangenden hin abgehendes mächtiges Seitentrum jetzt wohl fast allgemein durch

---

[1]) A. Lacroix. *Sur l'origine de l'or de Madagascar.* Comptes rendues de l'Acad. d. Sc. Paris, CXXXII, 21. Janv. 1901, S. 180–182.

[2]) Diese Abtheilung steht in engster Verwandtschaft mit den Kieslagerstätten im krystallinen Schiefergebirge.

eine Zusammenfaltung des Lagers erklärt. Besonders stark ist die Stauchung und Fältelung des Schiefers im Liegenden des Erzkörpers, wo sie zugleich mit vielfachen in das Erz hineingreifenden Zerreissungen verknüpft ist. Diese Zone stärkster dynamischer Einwirkung, gewöhnlich die Wimmer'sche Leitschicht genannt, wird meist als Ueberschiebungsfläche nach Art der Ruscheln gedeutet[1]). Ausser der Gabelung des Hauptterzkörpers in das eigentliche Lager und in das mächtige hangende Trum lässt sich auch in der streichenden Fortsetzung eine S-förmige Umbiegung im Gefolge der das Liegende begleitenden Ruscheln nachweisen, wie aus dem Grundriss in Fig. 205 hervorgeht. Durch diese Umbiegung wird das Lager in das Liegende versetzt, wo es als Neues Lager im Jahre 1859 durch ein Flügelort wieder ausgerichtet worden ist.

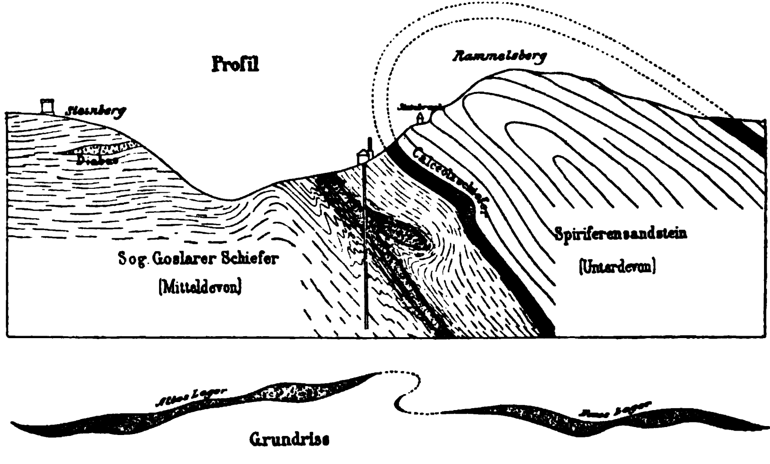


Fig. 205. *Skizze des Rammelsberger Erzlagers* nach Klockmann.

Die Mächtigkeit des Lagers beläuft sich auf 15—20 m, beim Abgang des hangenden Trumes bis auf 30 m. Die bekannte streichende Länge des Alten Lagers beträgt 1200 m, Das Einfallen ist unter 45° nach SO. gerichtet.

Die mineralogische Zusammensetzung des Lagers lässt eine bestimmte Reihenfolge von besonderen Schichten oder Zonen erkennen. Sie lautet vom Hangenden nach dem Liegenden, also von den älteren nach den jüngeren Schichten des Nebengesteines hin, wie folgt:

---

[1]) G. Köhler im Essener Glückauf 1894, S. 1615.

1. Mit Kiesen durchwachsener Schiefer, sog. Kupferkniest;
2. dichtes Gemenge von Kupferkies und Eisenkies mit etwas Arsenkies;
3. die melirten Erze, das sind feingeschichtete Massen von Kiesen und Bleiglanz;
4. feinkörniges Gemenge von Bleiglanz, Blende, Eisenkies und Schwerspath, die sog. Bleierze, und zwar
   a) wenn Blende vorwaltet, Braunerze,
   b) wenn Schwerspath vorwaltet, Grauerze.

Als Banderze werden fein lagenförmig aufgebaute, oft stark gefaltete und gefältelte Massen bezeichnet, bei denen schieferige Lagen mit feinen Erzschichten wechseln. Solche Banderze vermitteln besonders im NO. und ganz ähnlich auch im SO. den Uebergang des Haupterzlagers zum Thonschiefer.

Die Mineralien des eigentlichen Rammelsberger Lagers sind dicht und derb. Auf durchsetzenden Gangklüften finden sich dagegen auch krystallisirt Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Schwerspath, Kalkspath, Eisenspath, Quarz, Galmei in Pseudomorphosen nach Kalkspath.

Im „Alten Mann", in dem durch Neubildungen verkitteten Bergeversatz, finden sich als secundäre Gebilde aus historischer Zeit Kupfer-, Eisen-, Zinkvitriol, Botryogen (ein wasserhaltiges Eisenmagnesiasulfat), Copiapit, Vitriolocker, Gyps und Haarsalz.

Zur Zeit halten noch manche Forscher[1]) daran fest, dass die Lagerstätte des Rammelsberges, wie das zuerst durch K. v. Böhmer ausgesprochen wurde, sedimentären Ursprungs sei. Noch F. Klockmann suchte es (1895) wahrscheinlich zu machen, dass die Erze in einer flachen Mulde des bereits von Schieferschlamm erfüllten Meeresgrundes der Devonzeit sich niedergeschlagen haben. Feine Schieferlagen durchziehen nach ihm „wie Jahresringe" die derbe Erzmasse, und die Bleierze

---

[1]) Wichtigste Litteratur: G. S. O. Lasius. *Beobachtungen über das Harzgebirge.* 1789—1790. S. 373. — C. F. Freiesleben. *Bemerkungen über den Harz.* 2 Bde. 1795. S. 75. — H. Credner. *Geogn. Verh. Thüringens und des Harzes.* 1843. S. 121. — B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. 1861. S. 103. — Fr. Wimmer. *Vorkommen und Gewinnung der Rammelsberger Erze.* Zeitschr. f. B.-, H.- u. S. im preuss. St. 1877, Bd. XXV, S. 119—131. Mit 2 Tafeln. — A. W. Stelzner. *Die Erzlagerstätte vom Rammelsberge bei Goslar.* Z. d. D. G. G. 1880, S. 809ff. — G. Köhler. *Die Störungen im Rammelsberger Erzlager bei Goslar.* Zeitschr. f. B. H. u. S. im pr. St. 1882, S. 31. — A. v. Groddeck. *Geognosie des Harzes.* 1883. S. 118. — J. H. L. Vogt. *Ueber die Genesis der Kieslagerstätten vom Typus Röros-Rammelsberg.* Z. f. pr. G. 1894, S. 173ff. u. a. O. — F. Klockmann. *Im Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes.* 1895. S. 57ff. — Söhle. *Beitr. z. K. d. Erzlagerstätte des Rammelsberges.* Oesterr. Z. f. B. u. H. 1899.

nehmen deswegen eine grössere Verbreitung ein, weil sie als die jüngste Deckschicht den weitesten Raum der flachen Mulde zur Verfügung hatten. Die Herkunft der Lösungen lässt er noch unbestimmt, glaubt aber, dass sie möglicher Weise mit den Diabasen in Zusammenhang stehen.

Dementgegen hat namentlich J. H. L. Vogt die schon auf C. F. Freiesleben, der die Lagerstätte als Gang auffasste, zurück datirende Theorie, dass die Erze später in das Schiefergebirge eingedrungen seien, mit modernen Argumenten zu vertheidigen versucht. Seine Hauptgründe für diese Anschauung sind die Lage der Lagerstätte unmittelbar an gewaltigen Dislocationsflächen und der Mangel einer Strandfacies in dem Nebengestein, obwohl die sedimentäre Abscheidung doch höchstens in einer ganz flachen See, in seichten Busen, möglich erscheint, während sein Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang der Erzinjection mit dem 3 km entfernten Ockergranit oder gar dem 8,5 km weiten Radaugabbro vorläufig keine Bedeutung hat.

Auch uns scheint die spätere Zuführung des Erzes wahrscheinlich. Die Abscheidung der metallischen Mineralien dürfte mit einer Verdrängung kalkiger oder aus basischen Silicaten aufgebauter Bänke und Lagen des Schiefergebirges einher gegangen sein. Eine mikroskopische Untersuchung von Erzproben aus dem Rammelsberg, die allerdings noch einer Erweiterung bedarf, sprach durchaus nicht gegen eine solche Auffassung. Als das eigentliche Substrat der Erze zeigte sich hierbei ein unreiner Kalkschiefer mit Lagen von ziemlich grobkrystallinem, dunkel pigmentirtem, unreinem Kalkstein. Die Erze haben sich vielfach in einem höchst feinen Geäder zwischen das Carbonataggregat eingedrängt. In den schieferigen, an Quarz und Sericit reicheren Lagen zeigen sie sich auf dem Querbruch, gerade wie im grossen, in parallelen Streifen, die vielleicht ehemals auch aus Kalkspath bestanden.

Der Beginn des altehrwürdigen Rammelsberger Bergbaus wird gewöhnlich auf das Jahr 968 zurückdatirt. Damals, unter Otto des Grossen Regierung, bestand die Stadt Goslar schon, die bereits um 930 gegründet sein soll. Die Production der Grube belief sich im Jahre 1898 auf 34804 t Bleierz und 26313 t Kupfererz.

2. Das Kies- und Schwerspathlager von Meggen an der Lenne.

Dieses Vorkommen kann besonderes Interesse deshalb beanspruchen, weil hier Eisenkies und Schwerspath in der Zusammensetzung eines sonst einheitlichen Lagers regional sich ablösen[1]).

Das Lager ist den mitteldevonischen Schichten der Attendorn-Elsper Doppelmulde concordant eingelagert und bildet seinerseits eine Specialmulde mit einem steilen SO.- und einem schwächer aufgerichteten NW.-Flügel. An den NW.-Flügel schliessen sich beim Dorfe Meggen zwei weitere Mulden an, deren Zusammenhang mit der Hauptmulde und unter einander durch die Erosion zerstört worden ist. Die Hauptmulde

---

[1]) M. Braubach. *Der Schwefelkiesbergbau bei Meggen an der Lenne.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St., 36. Bd, 1888, S. 215—222. — R. Hundt. *Das Schwefelkies- und Schwerspathvorkommen bei Meggen a. d. Lenne.* Z. f. pr. G., S. 156 - 161. Mit Angabe älterer Litteratur. — Denckmann. Kurze Mitth. Z. d. D. G. G. 1900, S. 112.

ist auf 5 km im Streichen verfolgt worden. Innerhalb derselben machen sich wiederholt kleinere Faltungen geltend, sowie auch eine Reihe kleiner Querverwerfungen (siehe das Profil in Fig. 206).

Im Liegenden des Lagers, das eine Mächtigkeit von durchschnittlich 3, ausnahmsweise bis 8 m besitzt, sind Grauwackenschiefer (Lenneschiefer) anzutreffen. Im Hangenden finden sich dichte Knollenkalke mit Prolecanites und mit Einschlüssen von Eisenkies. Diese Kalksteine sind zum Theil dolomitisch. Noch weiter im Hangenden schliessen sich Thonschiefer mit falscher Schieferung an (oberdevonische Büdesheimer Schiefer).

Das Lager besteht im mittleren Theil der Mulde aus Eisenkies, im S. und O. jedoch aus Schwerspath. Die Scheide zwischen beiden ist scharf, nicht etwa besteht eine Zwischenzone mit einer Mischung der

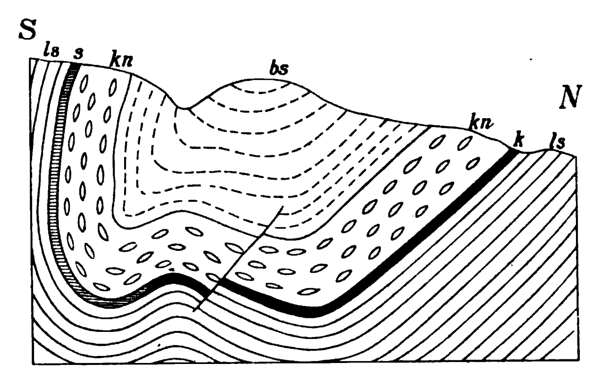


Fig. 206.
Profil durch das Kies- und Schwerspathlager von Meggen
nach Hundt.

ls Lenneschiefer, *kn* Knollenkalke, *bs* Rüdesheimer Schiefer, *k* Eisenkies, *s* Schwerspath.

beiden Bestandtheile oder mit einer dünnschichtigen Wechsellagerung derselben. Nur insofern ist der Uebergang ein allmählicher, als anfangs der Eisenkies nur als schmaler, kaum bemerkbarer Besteg im Liegenden ansetzt und dann mehr und mehr nach dem Hangenden zu anwächst, bis er schliesslich den Schwerspath gänzlich abgelöst hat. Während an den Ausstrichen an der Lenne beim Dorfe Meggen nur Schwerspath sich findet, können in einer der Nebenmulden diese Uebergänge mit Schwerspath im Hangenden und Eisenkies im Liegenden auf ungefähr 100 m hin verfolgt werden.

Der Eisenkies ist deutlich feinlagenförmig geschichtet und zeigt häufig dieselbe feine Fältelung wie die angrenzenden Schiefer. In

manchen Partien besitzt er eine sehr auffällige, an Oolith erinnernde Structur. Mohn- bis hirsekorngrosse, innen häufig hohle und dann im Dünnschliff mit ringförmigen Durchschnitten erscheinende kugelige Körnchen des Erzes liegen dicht gedrängt neben einander. Die Lücken zwischen ihnen, wie auch die inneren Hohlräume sind von dunkelgefärbtem Schwerspath erfüllt. Der Schwerspath dagegen erscheint, wo er allein herrscht, dem blossen Auge massig entwickelt. Im Dünnschliff zeigt er eine höchst feinkörnig krystalline Structur, und zahlreiche braune Bitumenflöckchen sind zwischen seine Körnchen eingestreut. Wichtig ist das Vorkommen von Gabelungen des Kieslagers nach Art der Rammelsberger, nur in kleinerem Massstab. Sie werden durch die Annahme erklärt, dass sich taube Zwischenmittel einschieben, die von Verwerfungsklüften abgeschnitten werden.

Der das Lager zusammensetzende Eisenkies ist durch organische Bestandtheile schwärzlich gefärbt. Beigemengt ist in dunkelbraunen, dicht erscheinenden Streifen Zinkblende, woher dann die Erze durchschnittlich 8 % Zink enthalten und eine Verarbeitung der Kiesabdrücke auf dieses Metall eingerichtet ist. Nur ganz geringfügig dagegen ist die Zumengung von Kupferkies und Bleiglanz. Der feinkörnig-krystalline, durch organische Substanzen ebenfalls schwärzlich gefärbte Schwerspath enthält etwa 2 % schwefelsaures Strontium.

Denckmann vermuthet in dem Erzvorkommen von Meggen ein Umwandlungsproduct des hier stark zusammengeschrumpften Stringocephalenkalkes.

Im Jahre 1900 förderten die beiden Meggener Gruben Sicilia und Siegena 145 122 t Schwefelkies.

3. Alpine Kieslager des Palaeozoicums.

Auch in den österreichischen Alpen sind mehrere derartige Kieslager innerhalb der paläozoischen Schiefer bekannt. Wir führen nur zwei Beispiele an:

Bei Kallwang in Obersteiermark ist den untercarbonischen Schatzlarer Graphitschiefern nach R. Canaval[1]) eine 0,3—1,2 m mächtige, auf 3500 m im Streichen und auf 300 m im Fallen verfolgte Erzmasse zwischengeschaltet, die hauptsächlich aus Schwefelkies nebst Magnetkies, Kupferkies und wenig Arsenkies besteht. Der den Abbau lohnende Kupferkies ist besonders im Hangenden entwickelt. Er umschliesst hier grosse Würfel von Schwefelkies. Der seit 1469 nachweisbare dortige Kupferbergbau wurde 1867 eingestellt.

---

[1]) R. Canaval. *Das Kiesvorkommen von Kallwang etc.* Mitth. d. naturw. Vereins für Steiermark. 1894.

Im Walchern Graben bei Oeblarn, ebenfalls in Obersteiermark, sind den wahrscheinlich silurischen Thonglimmerschiefern nach Söhle[1]) zwei Schwefelkieslager zwischengeschaltet, die auch Kupferkies, Magnetkies und etwas Bleiglanz nebst etwas quarziger Lagerart enthalten. Seit 1897 ist der Bergbau daselbst wieder in Betrieb.

Dahingegen sind die zuweilen als Lager bezeichneten, wesentlich aus silberhaltigem Bleiglanz und Blende mit Quarz, Kalkspath, Witherit und Baryt bestehenden Lagerstätten innerhalb der devonischen Schiefer der Gegend von D.-Feistritz-Peggau, Frohnleiten, Übelbach und Thalgraben bei Graz in Steiermark nach der ausführlichen Arbeit von W. Setz[2]) als Lagergänge der carbonspäthigen Bleierzformation aufzufassen.

In früherer Zeit wurde in der Lagerstättenlitteratur viel genannt[3]) auch der Kiesstock von Agordo in den venetianischen Alpen, wo indessen zur Zeit kein Bergbau mehr umgeht.

Aus den älteren Berichten weiss man, dass sich ein Erzkörper, den B. von Cotta mit der Gestalt einer etwas plattgedrückten Wurst vergleicht, mit 4—80 m Mächtigkeit bis zu 460 m in die Tiefe erstreckt, rings umgeben von Sericitschiefern unsicheren Alters. Dieser Stock wird von derbem, durchschnittlich kaum 2% Kupfer enthaltendem Eisenkies gebildet, führt auch etwas silberhaltige Blende, Bleiglanz und Arsenkies, sowie Quarz und Kalkspath. Es brachen auch reichere Kupfererze von 2—8, ganz selten 8—30% Kupfergehalt mit ein. Noch 1880 producirte Agordo 14872 t Erz. Jetzt hat man im selben Bezirk zu Vallimperina eine ähnliche Lagerstätte in Angriff genommen[4])

4. Die Kieslager in der südspanischen Provinz Huelva und im angrenzenden Theile von Portugal[5]).

An die Sierra de Aracena, die eine westliche Fortsetzung der Sierra Morena bildet und, wie diese, aus krystallinen Schiefern besteht,

---

[1]) Söhle. *Ueber den Kiesbergbau bei Oeblarn.*

[2]) *Die Erzlagerst. d. Geg. von D.-Feistritz-Peggau etc.* Z. f. pr. G. 1902, S. 357—378 u. 393 - 414.

[3]) B. v. Cotta. *Agordo.* B. u. H. Z. 1862, S. 425—427. — B. Walter. *Beitrag zur Kenntniss der Erzlagerstätte von Agordo.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1863, S. 114—119. — A. St. Schmidt. *Geogn.-bergm. Skizze über den Kiesstock zu Agordo.* B. u. H. Z. 1867, S. 240—241.

[4]) Rivista del Servizio Minerario nel 1894. p. 293. (Cit. nach Louis.)

[5]) Litteratur: Ferd. Römer. Z. d. D. G. G. 1873 und 1896. — Gonzalo y Tarin. *Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva.* I—III. Madrid 1886—88. Hauptwerk. — L. de Launay. *Mémoire sur l'industrie du cuivre dans la région d'Huelva.* Ann. d. mines 1889. Mit Bibliographie. — F. Klockmann. *Ueber die lagerartige Natur der Kiesvorkommen des südlichen Spaniens und Portugals.* Sitzber. d. k. preuss. Ak. d. W., Berlin 1894. — J. H. L. Vogt. *Das Huelva-Kiesfeld in Südspanien und dem angrenzenden Theile von Portugal.* Z. f. pr. G., 1899, S. 241—254. Beste Uebersicht.

legen sich im S. paläozoische, zum Theil als Silur und Culm erkannte, zum Theil noch nicht sicher gegliederte, mässig stark regionalmetamorphe Schiefer an. Ihnen zwischengeschaltet sind intrusive Lagergänge von Porphyrgesteinen, deren Beschaffenheit verschiedene Stadien zwischen Quarzporphyren und Diabasporphyriten durchläuft, und die an kein bestimmtes Niveau gebunden sind, darum wohl kaum, wie Klockmann vermuthete, als effusive Lager gedeutet werden dürfen, zumal das von ihm beschriebene Vorkommen begleitender Tuffe noch angezweifelt wird. Nach S. hin verschwindet das Schiefergebirge allmählich unter dem Tertiär des Küstenlandes, während es nach O. hin am scharfen Bruchrand des Guadalquivirthales abbricht. Den Schiefern eingeschaltet und meist an die Nachbarschaft der Porphyre gebunden sind die Kieslager, deren man mehr als ein halbes Hundert zählt. Sie finden sich in einer Zone von etwa 200 km Länge, sind aber besonders reich entwickelt in einem etwa 80 km langen und 20 km breiten OW. verlaufenden Strich in der spanischen Provinz Huelva und der portugiesischen Provinz Alentejo, zwischen Rio Tinto und S. Domingo. Die Grube von S. Domingo, sowie die mehr in der Mitte dieser Strecke liegenden La Zarsa und Tharsis sind die wichtigsten Bergbaupunkte des Gebietes, dessen Export in der Hauptsache über den Hafen Huelva geleitet wird, zum Theil auch den schiffbaren Guadiano hinab und über Villareal.

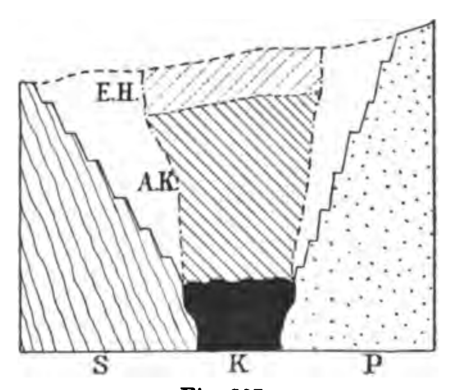


Fig. 207.
Typisches Profil durch einen Tagebau im Huelvafelde mit reconstruirtem Erzkörper nach Vogt.

S Schiefer, *P* Porphyr, *K* Kies, *A. K.* abgebauter Kies, *E. H.* Eiserner Hut.

Die Lagerstätten sind linsenförmiger Natur. Sie keilen sich bei sehr bedeutender Mächtigkeit, die beim Dionisiolager 150 m erreicht, sowohl im Streichen, wie im Fallen oft schon nach wenigen Hundert Metern aus. Die nebenstehende Profilskizze Fig. 207 giebt nach Vogt eine Vorstellung von den Verbandsverhältnissen der Linsen mit Schiefer und Porphyr. Der Horizontalquerschnitt der compacten Kiesmasse umfasst bei der grössten Linse, Dionisio, etwa 60—70000 qm, und das gesammte Kiesareal im Huelvagebiet schätzt Vogt auf etwa eine halbe Million qm, die gesammte Kiesmasse aber, welche die Natur vor dem Verlust durch

Erosion und Bergbau in diesem Gebiet concentrirt hatte, auf mindestens 1 Milliarde t.

Der iberische Kies besteht ganz überwiegend aus nur wenig mit Quarz verunreinigtem Schwefelkies mit einer kleinen Beimengung von Kupferkies. Der durchschnittliche Gehalt an Kupfer hat in den letzten 10—20 Jahren zwischen 2,6—3,2 % geschwankt. Der Arsengehalt beträgt in der Regel 0,2—0,6 %. Nur der Kies von Aguas Tenidas (Confessionario) ist frei von Kupfer und Arsen. Ganz allgemein nimmt der Kupfergehalt mit wachsender Tiefe ab. Bei der Domingo-Lagerstätte z. B. betrug der Kupfergehalt dicht unter dem Hut etwa 4—5 %, in 60 bis 70 m Teufe schon bloss etwa 2 %, in 100 m Teufe etwa 1,5 % und in 130—140 m Teufe nur noch etwa 1 %. Dies beruht sicher wenigstens zum grössten Theil darauf, dass der ursprüngliche Kupfergehalt in dem gewöhnlich 10 m, zuweilen bis 50 m mächtigen eisernen Hut in Lösung gegangen und auf Klüften und Sprüngen unmittelbar unter dem Hut als Kupferglanz, Buntkupfererz und Kupferkies wieder ausgeschieden worden ist. Dem Netzwerk dieser schmalen secundären Kupfererzgänge sind namentlich auch die alten Römer mit ihren Bauen nachgegangen. Unmittelbar unter dem Hut findet sich auf einer Grube, Nordlager No. 2 zu Rio Tinto, eine 1—2 dm starke erdige Zone mit 15—30 g Gold und 1 1/4 kg Silber pro t, eine Concentration des an sich kaum nennenswerthen Edelmetallgehaltes der Kiese durch Auslaugung und Wiederabsatz.

Nach Funden von alten Geräthen in den Gruben steht es fest, dass bereits die Phönizier, die im dem 11. Jahrhundert vor Christus nach Spanien kamen, im Huelvagebiet Bergbau trieben. Sehr bedeutende Arbeiten haben die Römer hinterlassen. Im 8. Jahrhundert kamen alle Betriebe zum Erliegen und waren auch nach der Vertreibung der Mauren nur geringfügig, bis sie in den 1850er Jahren energisch wieder in Angriff genommen wurden. Im Jahre 1898 producirten an Kupfer in metrischen Tonnen die Gruben:

Grube	t
Rio Tinto	34244
Tharsis	12192
San Domingo	3658
Sevilla	813
Uebrige Gruben	3170
Sa.	54077

Bei den relativ geringen Kupfergehalten war hierzu eine colossale Production an Kies nothwendig, die für das gesammte Huelvagebiet sich in den Jahren 1893—96 auf rund 2 1/2 Millionen t belief. Das Huelvarevier hat in den 80er Jahren zwischen 1/3 und 1/4 der Kupferproduction der ganzen Welt geliefert, 1896 nur noch 1/7, da es inzwischen von Montana und Michigan überholt worden ist. Nach Vogt hat die iberische Kupferproduction zur Zeit ihren Höhepunkt erreicht, während der Export von Kies noch immer im Steigen begriffen ist.

5. Die Gold-Silber-Kupfererzlagerstätte des Mt. Lyell.

Nahe der Westküste von Tasmanien am Nordabhang des Mt. Owen hin zieht eine Zone von weichen Glimmerschiefern, nach gewissen Autoren Pyrophyllitschiefer, die Bänke von Conglomerat und Quarzit, sowie zahlreiche Schmitzen von schwach goldhaltigem Pyrit enthalten. Diesen Schiefern ist am Mt. Lyell scheinbar völlig concordant ein mindestens 90 m mächtiger und 240 m im Streichen aushaltender Erzkörper eingeschaltet, in dessen Eisernem Hut man bis 1890 nur auf Freigold gearbeitet hatte. Die grosse Bedeutung der Lagerstätte wurde erst bekannt, als ein paar Jahre später die primäre Erzmasse in Angriff genommen wurde. Sie besteht aus körnig-krystallinem Pyrit mit eingesprengtem Kupferkies und hat einen Durchschnittsgehalt von etwa 4,5 % Kupfer, sowie von etwa 62 g Silber und 4,5 g Gold p. t. Eine 1893 von Herrn Ingenieur O. Schlapp an A. W. Stelzner mitgetheilte Analyse dieses „armen Erzes" wies auf:

Fe	41,06
Cu	4,81
Pb	Sp.
As	Sp.
Ag	0,01
Au	0,0005
S	50,41
$BaSO_4$	3,81
SiO_2	0,25
	100,3505

Die Reicherze der damaligen Anbrüche dagegen enthielten neben dem feinkrystallinen Pyrit Nester und zu einem Geäder vereinte Trümchen von grobkrystallinem Kupferkies, sowie auch von Buntkupferkies, Silberkupferglanz (Stromeyerit), Arsenfahlerz und etwas Bleiglanz. Manche Proben bestanden z. Th. aus feinkörnigem, seltener blätterigem Baryt. Andere führten Nester von Baryt und Quarz, sowie Hohlräume, die mit einem 3,47 % Ag (Kolbeck) und Spuren von Gold enthaltendem Ocker gefüllt waren. Als Seltenheit brach Domeykit ein.

Diese reichen Silber-Kupfererze dürften als secundäre Concentrationen unmittelbar unter dem eigentlichen Hut aufgefasst werden müssen.

6. Die Kupfererzlagerstätten vom Iron Mountain in Californien.

In vieler Beziehung ähnlich mit dem vorigen Beispiel ist die Kupfererzlagerstätte vom Iron Mountain im Shasta County, Californien.

Sie gehört zu den über ein halbmondförmiges Gebiet zu beiden Seiten des Sacramento-Flusses verbreiteten Kupfererzvorkommen (Shasta Countys Copper Belt). Diese Zone wird nach L. E. Aubury[1]) im W. von unregelmässigen Stöcken und Linsen von wesentlich Sulfiden, im O. von Gängen von Erzen der edlen Silber-Kupfererzformation gebildet. Die westliche Gruppe zerfällt wiederum in Erzstöcke von Magnetit mit Magnetkies und Pyrit am Contact von Diorit mit Kohlenkalk, wie z. B. am Potter Creek, und in Linsen von Pyrit mit Kupferkies und einigen anderen Sulfiden, eingeschlossen in metamorphen Schiefern nahe bei saueren Eruptivmassen, wie z. B. am Iron Mountain. Immer ist ein Gehalt an Gold und Silber zugegen, der in den obersten Teufen mehrfach allein den Abbau lohnte. Der Erzkörper von Iron Mountain ist bei einer Mächtigkeit von 30—120 m auf 240 m im Streichen und 180 m im Fallen verfolgt worden. Er grenzt unmittelbar an Quarzporphyr. Das Erz ist vorwiegend derber Pyrit mit 5,77—7,45 % Kupfer (nach den beiden Jahresdurchschnitten von 1900 und von 1897), sowie mit etwa 60 g Silber und 1,5 g Gold pro t. Im Jahre 1900 erreichte die Production des dortigen Werkes an Feinkupfer 10 378 t.

7. Mesozoische und känozoische Kieslagerstätten.

Das Kieslager von Saint Julien-de-Valgalgues.

Im südlichen Frankreich westlich des Rhône im Département Gard im NO. von Alais ist bei Saint Julien-de-Valgalgues ein Pyritlager von 1—12 m Mächtigkeit abgebaut worden, das an der Grenze zwischen Lias und Doggerkalken eingeschaltet erscheint. Das Vorkommen zahlreicher vererzter Petrefacten innerhalb des Lagers wird mit Recht als Fingerzeig für die Herbeiführung des Erzes durch Mineralquellen betrachtet. Neben Kalkspath ist auch etwas Schwerspath als Lagerart beigemischt.

Noch jünger sind die allerdings nur unbedeutenden Eisen-Kieslager, die man in der obersten Kreideformation der Insel Wollin antrifft.

Auch auf die zuweilen zu ganzen Lagen angehäuften Eisenkiesconcretionen innerhalb der Braunkohlenflötze der Tertiärformation möge hier hingewiesen werden.

---

[1]) L. E. Aubury. *The Copper Resources of California.* Calif. St. Min. Bur. Bull. 23, 1902.

β) Permische und jüngere Kupfererzlager.

1. Die Kupferschiefer der Zechsteinformation[1]).

Der Kupferschiefer an der Basis der deutschen Zechsteinformation stellt eines der geologisch interessantesten und ökonomisch wichtigsten Gebilde dar. Zunächst fällt an ihm die selbst für eine schichtige Erzlagerstätte sehr grosse Verbreitung ins Auge. Die Ausstriche des Kupferschiefers ziehen sich um den ganzen südlichen Harz herum und umsäumen den grössten Theil des Thüringer Waldes. Aehnliche Gebilde, wenn auch nicht genau im gleichen geologischen Horizont, erscheinen bei Riechelsdorf zwischen der unteren Werra und Fulda. Andere tauchen jenseits des jungvulkanischen Gebietes der Kasseler Gegend bei Frankenberg und Stadtberge an der Grenze des Rheinischen Schiefergebirges auf und umgehen endlich viel weiter südlich bei Bieber den nördlichen Spessart. Alle diese Kupfererzlagerstätten zeigen allerdings keine ganz gleiche Ausbildung und führen durchaus nicht überall einen schmelzwürdigen Metallgehalt. Als die typische, dem Bergmann willkommenste Entwicklung gilt die im Mansfelder Becken am Südostrand des Harzes, dem altberühmten Hauptrevier des Deutschen Kupferbergbaus.

Im Mansfeldischen ruht die Zechsteinformation auf dem wesentlich aus rothen Sandsteinen und Conglomeraten aufgebauten Rothliegenden, dessen alleroberste 1—1,5 m mächtige Lage gebleicht ist und darum Weissliegendes heisst. Der Zechstein wird von dem Buntsandstein überlagert. Die Formation gliedert sich wie folgt:

---

[1]) J. C. Freiesleben. *Geogn. Beitrag zur Kenntniss des Kupferschiefergebirges etc.* Geognost. Arbeiten. I.—IV. Bd. Freiberg 1807—1815. — A. F. v. Veltheim. *Ueber das Vorkommen der metallischen Fossilien in der alten Kalkformation im Mansfeldischen und im Saalkreis.* In Karsten's Archiv, Bd. XV, 1827, S. 98 ff. — B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. 1861. S. 106—111. — Schrader. *Der Mansfelder Kupferschieferbergbau.* Z. f. d. B. H. u. S. im preuss. St., Bd. 17, 1869, S. 251. — Dasselbe, in verbesserter Auflage 1881 von der Mansfelder Gewerkschaft herausgegeben. Mit 5 Tafeln. — F. Beyschlag. *Geol. Karte der Mansfelder Mulde.* 1893. — O. Speyer. *Zechstein des westl. Harzrandes.* Jahrb. d. k.. preuss. geol. Landesanst., 1880, S. 80. — J. H. Kloos. *Zechstein am nordwestl. Harzrand.* Ebendort 1891. S. 126. — Th. Liebe. *Zechstein von Gera.* Z. d. D. G. G. 1855, S. 406. — H. Bücking. *Zechstein von Schmalkalden.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., 1882, S. 29. — H. Pröscholdt. *Zechstein an der Südosts. des Thür. Waldes.* Ebendort 1886. S. 165. — H. Loretz. *Zechstein am westl. Thür. Wald.* Ebendort 1889. S. 221. — *Die Geschichte des Mansfeld'schen Kupferschieferbergbaues und Hüttenbetriebes.* Festschrift. Eisleben 1900.

Oberer Zechstein	8. Röthliche oder bläuliche Letten mit Dolomit, Gyps, Steinsalz und Kalisalzen.
Mittlerer Zechstein	7. Stinkkalk oder Dolomit.
	6. Rauchwacke und Asche (d. s. Dolomite).
	5. Gyps.
Unterer Zechstein	4. Eigentlicher Zechsteinkalk . . . . 5—30 m
	3. Die Fäule, ein brüchiger Mergelkalk . . . 0,75—1 „
	2. Der Dachklotz, ein an der Luft in polygonale Stücke zerfallender Mergelkalk . . . 0,25 „
	1. Das Kupferschieferflötz . . . . 0,5—0,6 „

Der Kupferschiefer ist ein bituminöser, schwärzlicher Mergelschiefer mit einem in seiner Menge sehr wechselnden Metallgehalt. Er besitzt eine feinschieferige Textur und ist so hart, dass er zum Theil beim Hämmern klingt. Bekannt ist sein Reichthum an Versteinerungen. Besonders häufig sind mehr oder weniger vererzte Abdrücke von heterocerken Ganoidfischen, besonders von Palaeoniscus Freieslebeni Ag., seltener von Platysomus striatus Ag. und Acrolepis asper Ag. Er führt ausserdem als Beweis seiner marinen, nicht lacustren Bildung zuweilen Lingula Credneri Gein., einen Brachiopoden, sowie eingeschwemmte Zweigenden, Früchte und Blätter zweier Coniferen, von Ullmannia Bronni Göpp. und häufiger noch von Voltzia Liebeana Gein.

Zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung des Kupferschiefers dienen folgende Grenzwerthe von vier Scheerer'schen Analysen verschiedener Proben des ungebrannten Materiales[1]):

Kieselsäure	29,22—38,42
Thonerde	11,28—15,93
Kalkerde	10,93—14,39
Magnesia	2,25—4,53
Kohlensäure	7,02—13,51
Eisen	0,85—3,31
Kupfer	2,01—2,93
Silber	0,015—0,021
Schwefel	2,15—4,97
Bitumen als Glühverlust	9,89—17,21
Zink, Blei, Mangan, Nickel, Kobalt, nicht bestimmt.	

Bei der Untersuchung von Querschliffen unter dem Mikroskop zeigt das Gestein eine höchst feinlagenförmige oder flaserige Structur. Helle Flasern mit zahlreichen deutlich klastischen Quarzkörnern und mit theilweise quergestellten Muscovitblättchen treten zwischen dunkelbraun durchscheinenden zarten bitumenreichen Lagen hervor. Die Anordnung der winzigen Erzpartikel folgt vorzüglich dieser Parallelstructur.

[1]) Im citirten Werke der Gewerkschaft S. 105.

Schon nach dem äusseren Aussehen lässt sich das Kupferschieferflötz in mehrere schmale Lagen gliedern, die von dem Bergmann seit Alters her bestimmte Namen erhalten haben. Folgende Tabelle giebt diese für die verschiedenen Einzelreviere etwas abweichende Nomenclatur:

	Hettstedt-Gerbstedt	Eisleben	Sangerhausen	
9	Oberberge	Dachberge	Noberge	
8	Noberge	Noberge	—	
7	Lochberge	Kopf { Ober- / Unter- }	Unterwand	
6	Kammschale	Kammschale	Schieferkopf	etwa 10 cm (6–4)
5	Kopfschale	Grobe Lette (5–4)	—	
4	Schieferkopf { Ober- / Unter- }		Blattschiefer	
3	Lochschale	Feine (Loch-) Lette	Schramschiefer	5—6 cm (3–1)
2	Lochen	fehlt (2–1)	—	
1	Liegende Schale		Erzschiefer	

Das Gestein in der unteren Abtheilung ist thonig und mild. In der mittleren gröberen fallen die Kopf- und Kammschale, besonders die letztere, wegen ihrer Gypsschnürchen auf dem Querbruche auf. Die Lagen der oberen Abtheilung endlich werden nach oben hin immer gröber und grauer, immer weniger leicht und regelmässig spaltbar.

„Der Erzgehalt des Schieferflötzes erscheint in der Regel als sog. Speise, d. h. in sehr feinen Stäubchen eingesprengt, die auf dem Querbruch im Sonnenlichte einen metallischen Schimmer verursachen. Derselbe hat entweder eine goldgelbe Farbe und deutet dann auf vorherrschenden Kupferkies, oder eine violblaue und kupferrothe (bunte) Farbe und deutet dann auf vorherrschendes Buntkupfererz, er wird auch, jedoch seltener, dunkel stahlgrau (von Kupferglanz), auch mitunter graugelb (von vorherrschendem Eisenkies), endlich zuweilen bleigrau (von Bleiglanz).“ (Aus dem Werk der Gewerkschaft). Neben den genannten geschwefelten Erzen enthält die Speise auch Silberglanz, Zinkblende, Rothnickelkies, Speiskobalt, alle in sehr geringen Mengen und in winzig kleinen Stäubchen. Chemisch ist auch ein minimaler Mangan-, Molybdän- und Selengehalt nachgewiesen worden. Neben der Speise finden sich im Kupferschiefer ausserdem noch feine, meist der Schichtung parallele Schnürchen von Buntkupfererz und Kupferglanz, auf Schichtungsflächen und Querklüften ferner Anflüge von Kupferglanz, Buntkupfererz, Kupferkies und gediegen Silber, endlich einzelne Erzflecken, Körner und Nieren, Erzhiecken genannt. Als Seltenheit hat

man das Schuppenkleid von Palaeoniscus mit gediegen Silber plattirt gefunden, während für gewöhnlich nur Kupferkies und Eisenkies einen Belag auf den Fischabdrücken bilden. Uebrigens bestimmen nicht diese dem Auge deutlich sichtbaren Erzconcentrationen die Schmelzwürdigkeit des Schiefers, sondern der Gehalt der Speise.

Zwar ist das ganze Schieferflötz kupferhaltig, schmelzwürdiges Erz liefern aber für gewöhnlich nur die unteren Lagen bis zur Kammschale mit oder ohne die letztere. Mit der Abnahme des Bitumens von dieser Lage ab tritt auch der Erzgehalt zurück. Nur selten ist auch der Kopf mit gewinnbar, sodass sich die nutzbare Mächtigkeit im ganzen nur auf 8—12, selten 8—17 cm beläuft.

Im Sangerhäuser Revier ist auch die oberste 1—2, mitunter bis 3 cm starke Lage des Weissliegenden (des gebleichten Rothliegenden) so kupferreich, dass sie als Sanderz gewonnen wird und bis 5 %, ja bis 10 % Kupfer halten kann. Auch schiebt sich weiter westlich, schon zwischen Sangerhausen und Steine, zwischen dem Rothliegenden und dem Kupferschiefer eine schmale bereits zum Zechstein gehörige kupferhaltige und zuweilen ebenfalls schmelzwürdige, kalkige Conglomeratschicht ein, das sog. Zechsteinconglomerat, ebenfalls dort Weissliegendes genannt.

Wie schon gesagt, ist der Erz- und Metallgehalt des Kupferschieferflötzes durchaus nicht in dessen ganzem Verbreitungsgebiet gleichmässig entwickelt. Wenn auch im Mansfeldischen im ganzen und grossen ein Gehalt von 2—3 % Kupfer mit $^1/_2$ Pfund Silber im Centner Kupfer (d. i. 5 kg Ag pro t Cu) seit Alters her als Durchschnittsgehalt gilt, so giebt es doch viele Ausnahmen. So halten z. B. die Schiefer auf dem ganzen nördlichen Flötzzug, sowie um die Spitze des Hornburger Rückens herum, kaum 1,5 % Kupfer. Abseits vom Mansfelder Revier geht aber der Gehalt noch viel weiter, bis fast zur völligen Taubheit, zurück. Andererseits kennt man schon seit lange die Erscheinung, dass der Kupfergehalt in der Nähe der durchsetzenden Verwerfungsklüfte, Rücken genannt, und in der Nachbarschaft stark gefalteter Zonen beträchtlich ansteigt, ja, dass diese Anreicherung sogar bis auf die oberen, in solchen Fällen ebenfalls schmelzwürdigen Flötzlagen, bis auf die Dachlage und die Fäule hinauf, sich erstreckt. Nur in dem Hettstädter Revier sollen die Rücken im Gegentheil einen ungünstigen Einfluss auf den Metallgehalt des Flötzes ausüben. Die Rücken selbst sind entweder metallfrei oder enthalten reiche Erze, namentlich Kupfer- und Nickelerze (siehe auch S. 345).

Das Profil in Fig. 208 soll ein Bild von den Dislocationen geben, wie sie sehr häufig im Mansfelder Kupferschiefer anzutreffen sind und

bei seiner Charakteristik durchaus nicht vergessen werden dürfen. Diese Dislocationen bestehen in schräg zum Flötzstreichen gerichteten Verwerfungsklüften, „Sprüngen" oder „Rücken" genannt, in vielen dem Hauptstreichen parallelen Falten und Ueberkippungen und in sattelartigen Erhebungen oder „Bergen". Sehr oft sind zwischen Parallelsprüngen grabenförmige Absenkungen eingetreten, wie bei Eisleben der grosse Aaer Flötzgraben.

Der Mansfelder Kupferschieferbergbau soll zuerst im Jahre 1199 oder 1200 bei dem späteren Hettstedt begonnen worden sein. Wahrscheinlich erst 1364 wurden die Grafen von Mansfeld mit dem Bergbau beliehen. Bereits im 15. Jahrhundert geben die älteren Nachrichten die jährliche Production zu 20000 Centner Kupfer und darüber an. Schon seit der Sequestration der Grafschaft ums Jahr 1570 und noch mehr während des Dreissigjährigen Krieges kam der Bergbau in Verfall, was seine

Fig. 208. *Profil des Luftsattels im Tiefthaler Revier im Mansfeldischen* nach Schrader.

b Buntsandstein, *s* Stinkstein und Asche, *z* Zechsteinkalk, *k* Kupferschieferflötz, *r* Rothliegendes.

spätere Freigabe (1671) veranlasste. Hierauf nahmen (seit 1674) Gewerkschaften den Betrieb wieder auf. Diese consolidirten sich 1852 zur Mansfeldschen Kupferschiefer bauenden Gewerkschaft, die noch in Blüthe steht. Am 12. Juni 1900 wurde im Beisein des Kaisers die siebenhundertjährige Jubelfeier des Mansfelder Bergbaus festlich begangen.

Die seit Jahrzehnten in stetem Ansteigen befindliche Production an Kupfer betrug im Jahre 1898 18334 t, von 1779 - 1897 380000 t. Während der gesammten Zeit seines Bestehens hat der Mansfelder Kupferschieferbergbau nach zuverlässigen Schätzungen gegen $^1/_2$ Million t Kupfer geliefert. Im Jahre 1900 wurden 671918 t Erz im Werthe von 22177434 M. gefördert. Der Durchschnittsgehalt von 1 t betrug 27,76 kg Kupfer und 0,154 kg Silber.

Ueber die Ausbildung des Kupferschieferhorizontes und der durchsetzenden Gänge bei Saalfeld wolle man das auf S. 238 Gesagte nachlesen. Hier, wie übrigens auch für den Kupferschiefer am Rande des Thüringer Waldes bei Ilmenau, Eisenach und Schmalkalden

gilt überall das gesetzmässige Zusammenvorkommen von erzhaltigem Kupferschiefer und erzführenden Klüften.

Wie wenig der Kupferschiefer an sich, als reines Sediment betrachtet, für die Kupferführung zu bedeuten hat, geht aus der ganz anderen Entwicklung des Kupfer führenden Perm bei Frankenberg in Kurhessen hervor. Während noch bei Riechelsdorf die Verhältnisse ähnlich, wie am Thüringer Wald entwickelt sind, ist die Kupferführung bei Frankenberg an ganz andere Schichten gebunden.

Das Frankenberger Kupfer führende Perm[1]) wird nach A. Denckmann in folgender Weise gegliedert:

4. Die jüngeren Conglomerate.
3. Die permischen Sandsteine mit den Geismarer Kupferletten.
2. Das Flötz des Stäteberges.
1. Die älteren Conglomerate.

Die älteren Conglomerate bestehen aus rothbraunen, z. Th. sehr eisenschüssigen, feldspathreichen Sandsteinen mit kalkigem oder kalkigdolomitischem Bindemittel, in denen Lagen von gröberen Geröllen mehr oder minder vorherrschen. Weder von diesen Conglomeraten noch von den hangenden permischen Sandsteinen kann das Flötz des Stäteberges streng getrennt werden; vielmehr muss es als eine locale, sehr kalkreiche Bildung an der Basis letztgenannter Schichten aufgefasst werden.

Seiner petrographischen Natur nach ist es aus Kalken, lichten Mergeln, Thonen und Kalksandsteinen zusammengesetzt, denen nicht selten Conglomerate zwischengeschaltet sind. Charakteristisch sind Reste von Pflanzen, Gastropoden und Lamellibranchiaten, besonders Schizodus, Aucella, Gervillia, Pleurophorus etc. In Verbindung mit diesen organischen Resten sind Imprägnationen mit Kupfererzen und Bleiglanz zu beobachten.

Das Hangende, die permischen Sandsteine, erreichen eine Gesammtmächtigkeit von mindestens 70 m. Sie bestehen aus rothbraunen, z. Th. entfärbten feldspathreichen Sandsteinen, die verschiedene Lagen weisser Kalkconcretionen, kalkiger Sandsteine und sandiger Letten enthalten. Letztere sind häufig ausserordentlich reich an Resten von Ullmannia

[1]) G. Würtenberger. *Ueber die Zechsteinformation, deren Erzführung und den unteren Buntsandstein bei Frankenberg in Kurhessen.* N. Jahrb. f. Min., 1867, H. 1, S. 10—38. — A. Leimbach. *Die permische Formation bei Frankenberg.* Marburger Dissert. 1869. - E. Holzapfel. *Die Zechsteinformation am Ostrande des Rheinisch-Westf. Schiefergeb.* Ebendort 1879. — A. Denckmann. *Die Frankenberger Permbildungen.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst., 1891, S. 234 ff.

Bronni Göpp., von einigen Araucarien und Farnen, speciell der Gattungen Alethopteris und Pecopteris, und führen ebenfalls in Verbindung mit diesen einen ganz ansehnlichen Gehalt an Kupfererzen. Eine dieser Zonen ist auch das „Kupferlettenflötz", das eine Mächtigkeit von 30—35, selten bis 44 cm besitzt. Meist sind die Pflanzenreste vollständig vererzt und zwar am häufigsten durch Kupferglanz, ausserdem treten auf gediegen Silber, Schwefelkies, Kupferkies, seltener auch Fahlerz, Buntkupferkies und Rothgiltigerz. Die vererzten Reste von Ullmannia wurden vom Frankenberger Bergmanne allgemein „Graupen" genannt und gingen nach ihren Formen unter den Bezeichnungen „Stangengraupen", Kornähren, Fliegenfittige und „Sterngraupen" in die Sammlungen über.

Der Erzgehalt ist sehr ungleichmässig, meist nesterweise vertheilt, er betrug nach einem Durchschnittswerthe mehrerer Jahre 0,572 % Cu und 0,0013 % Ag.

Die jüngeren Conglomerate endlich werden von durchweg stark abgerolltem Material gebildet und zeichnen sich durch einen grossen Gehalt ihres Bindemittels an Carbonaten aus.

Der ganze Complex der genannten Sedimente liegt mehr oder minder horizontal auf den Köpfen steil aufgerichteter Schichten des Devon und Culm. Untereinander besitzen sie vielfach übergreifende Lagerung, auch sind sie mehrfach durch tectonische Störungen beeinflusst, die hier für die Kupferführung der Sedimente eine ähnliche Bedeutung haben, wie die Rücken im Mansfeldischen.

Wiederum abweichend ist das Kupfer führende Perm am Nordostrande des Spessarts bei Bieber beschaffen[1]).

Hier wurde ein übrigens sehr kupferarmer, 30 cm bis 1,5 m mächtiger dünngeschichteter bituminöser Mergelschiefer abgebaut, der so weich war, dass er mit der Lettenhaue gewonnen werden konnte. Die Erze, und zwar Fahlerz, Kupferkies, Bleiglanz und Eisenkies, in der Nähe kobaltführender Gänge auch Kobalterze, erschienen auf zahlreichen kleinen Klüftchen, die dies Gestein nach allen Richtungen, besonders aber vertical durchzogen. Indessen ist der Erzgehalt dort vielfach nicht auf den permischen Mergelschiefer beschränkt, findet sich vielmehr auch in dem unterlagernden Glimmerschiefer, wo diesen Erzgänge durchsetzen.

In ganz ähnlicher Weise ist auch am Rande des rheinischen Schiefergebirges, bei Stadtberge in Westfalen, die Kupferführung in

---

[1]) Schmidt. *Mineralogische Beschreibung des Biebergrundes.* Neues Jahrb. f. M., 1808, p. 45. — H. Bücking. *Der nordwestliche Spessart.* Berlin 1892. S. 133.

der Nähe der durchsetzenden Gangspalten nicht nur im Kupferschieferflötz allein zu finden, sondern steigt hinauf in alle oberen Schichten des dort im ganzen 10—12 m mächtigen Zechsteines[1]) und hinab in die das Liegende bildenden palaeozoischen Grauwacken und Kieselschiefer.

Kurz erwähnt sei auch ein Vorkommniss in ganz entgegengesetzter Richtung in der Gegend von Hasel und Conradswaldau in Niederschlesien, wo dem dolomitischen Zechsteinkalk fünf Kupferschieferflötze in kurzen Abständen übereinander, aber mit nur geringem Kupfergehalt (1,5 % im Durchschnitt) zwischengeschaltet sind[2]).

Die Entstehung des Kupferschiefers und ähnlicher Gebilde.

Der Kupferschiefer galt seit langer Zeit als ein typisches Beispiel für den chemischen Niederschlag von Erzen aus metallischen Lösungen gleichzeitig mit mechanischer Sedimentbildung in einem grösseren abgeschlossenen Meeresbecken und unter dem Einfluss reducirender organischer Substanzen. Jene Lösungen dachte man sich als Vitriole und zwar von Alkalisulfaten, wie sie jedes Meerwasser enthält, begleitet. Letztere wurden durch die verwesenden organischen Reste zunächst zerlegt unter Bildung von Schwefelwasserstoff, und dieser wiederum fällte die Metalle aus den vitriolischen Lösungen als Sulfide aus. Noch bis in die neueste Zeit[3]) hielt man dabei an der alten, zuerst von J. C. Freiesleben verbreiteten Vorstellung fest, dass die Bewohner jenes Meeres, die Palaeoniscen und Platysomen, durch die den Gewässern zugeführten Solutionen vergiftet worden seien. Die nicht selten convulsiv zusammengekrümmten Leiber, deren Umrisse uns in den Abdrücken ja deutlich erhalten seien, liessen diese Todesart erkennen. Die so angehäuften Leichname seien zugleich neben dem feinvertheilten Bitumen die Hauptreductionsfactoren geworden.

Von dieser Hypothese dürfte mit Recht der Theil, dass der Niederschlag der Erzpartikel des Kupferschiefers aus wässerigen Lösungen durch die Reductionen des Bitumens, der Fischreste und anderer organischer Bestandtheile erfolgte, allgemeinerer Anerkennung sich erfreuen. Mindestens noch sehr zweifelhaft aber ist nach der wirkungsvollen

---

[1]) E. Holzapfel. *Zechstein am O.-Rande des Rhein.-Westf. Schiefergebirges.* Görlitz 1879.

[2]) H. v. Festenberg-Packisch. *Met. Bergbau Niederschlesiens.* Wien 1881. S. 77.

[3]) R. Brauns. *Chemische Mineralogie.* 1896. S. 387.

Kritik F. Pošepny's[1]), H. Louis'[2]) und anderer neuerer Autoren die gleichzeitig mit dem Absatz des Kalkschlammes erfolgte Abscheidung des Erzgehaltes. Ja uns scheint zur Zeit die andere Möglichkeit, dass nämlich der Mergelschiefer erst nach seiner Ablagerung von Klüften aus durch aufsteigende metallische Lösungen imprägnirt worden sei, der Wahrheit näher gerückt. Eine kurze Discussion soll das zeigen.

Es ist allerdings zuzugeben, dass das Wasser des heutigen Meeres geringe Mengen von Kupferverbindungen enthält. Denn nach L. Dieulafait[3]) befindet sich in den frischen Mutterlaugen der Salzgärten am Mittelmeere so viel Kupfer, dass man es bereits in 5 cbcm der Flüssigkeit nachweisen kann. 1 cbm des Seewassers würde 0,01 g Cu enthalten. Die schwarze, schwefelreiche Masse, die sich in Bassins absetzt, worin Seewasser sich selbst überlassen wurde, führt nach diesem Autor immer Kupfer. Wie soll man sich aber vorstellen, dass diese minimalen Gehalte sich in solcher Weise, wie im Kupferschiefer, im mechanisch niedersinkenden Meeresschlamm concentriren? Die Hypothese von der Vergiftung der Fische ist nach Pošepny sehr unwahrscheinlich, denn das Hauptargument, die „convulsive Krümmung", ist ein Merkmal auch vieler Fischabdrücke in metallfreien Sedimenten, wie im Solnhofener lithographischen Schiefer und dem tertiären Monte Bolca-Schiefer. Ja, der dem Kupferschiefer sonst ganz ähnliche Marlslate der englischen Zechsteinformation, der aber keine Kupfererze führt, enthält doch ganz dieselben verkrümmten Palaeoniscen. Es ist offenbar die Krümmung eine Begleiterscheinung der Todtenstarre, wie sie auch manche Fische der heutigen Gewässer nach ihrem Ableben annehmen, auch ohne dass sie einer Metallvergiftung erlagen. Nimmt man aber trotzdem die Fischvergiftung durch ins Meer geführtes stark metallhaltiges Mineralwasser an, wie oft wiederholt müsste dann dieses seltene Naturereigniss gedacht werden, um die Bildung der ganzen Mächtigkeit des Kupferschiefers zu erklären! Wissen wir doch, dass gerade solche feinschlammige Sedimente sehr langsam anwachsen.

Dann haben wir ferner gesehen, dass der Kupfergehalt in ganz verschiedenen Niveaus des Zechsteins zu finden ist, dass überhaupt die kupferhaltigen Lagerstätten dieser Formation durchaus nicht als ein einheitliches Sediment aufzufassen

---

[1]) F. Pošepny. *Ueber die Genesis der Erzlagerstätten.* 1893. S. 168.

[2]) Phillips and Louis. *Ore Deposits.* 1896. S. 54.

[3]) L. Dieulafait. *Revue universelle des mines.* VII. 1880. p. 425.

sind. Gerade die Niveaubeständigkeit bildete jedoch für A. v. Groddeck[1]) den Hauptbeweis für die Sedimentationstheorie.

Muss nicht vielmehr die andere Beobachtung in den Vordergrund gestellt werden, dass überall, wo die unter der Bezeichnung Kupferschiefer zusammengefassten Gebilde als Erzlagerstätten sich darstellen, zahlreiche Spalten den Zechstein und sein Grundgebirge durchsetzen, Klüfte, die zum Theil den Charakter von Erzgängen haben? Spricht nicht die bis auf wenige Ausnahmen allgemein anerkannte Thatsache, dass der Kupfergehalt des Schiefers mit wachsender Annäherung an jene Klüfte und Rücken steigt, vielmehr für eine spätere Imprägnation von den Spalten aus, zumal wenn man sieht, dass die Infiltration mit Kupferverbindungen auch tiefere und theilweise höhere stratigraphische Horizonte, wie den unteren Zechstein, betroffen hat, sogar den Glimmerschiefer?

Mindestens sind wir noch nicht berechtigt, die Sedimentationstheorie, wie es bis vor kurzem der Fall war, als ein Dogma hinzustellen, und ziehen es vor, die Frage einer weiteren wissenschaftlichen Behandlung zu empfehlen[2]).

2. Kupfererze im Rothliegenden des nordöstlichen Böhmens.

An verschiedenen Punkten im nordöstlichen Böhmen[3]) und zwar in ganz verschiedenen geologischen Niveaus enthält das Rothliegende mit Kupfererzen imprägnirte Gesteinseinlagerungen, die stellenweise den Abbau gelohnt haben. Am bekanntesten sind die Fundpunkte Strabačov und Kosinetz bei Starkenbach, Oberkalna, Eipel, Wernersdorf bei Radowenz, Böhmisch Brod und Schwarzkostelez. Bei Wernersdorf finden sich die Erze in zwei Horizonten, in einem Schieferthon im Hangenden und in einem solchen im Liegenden einer mächtigen Conglomeratbank. Sie bestehen unterhalb der Verwitterungszone in fein vertheiltem Kupfer-

---

[1]) A. v. Groddeck. *Lagerstätten der Erze.* 1879. S. 301.

[2]) Ganz ähnlich hat sich auch F. Beyschlag über diese Frage geäussert. (*Beitrag zur Genesis des Kupferschiefers.* Z. f. pr. G., 1900, S. 115).

[3]) O. Polak. *Geogn. Bericht über die im Bunzlauer, Jitschiner und Königsgrätzer Kreise unternommenen Schürfungen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1858, S. 239. — C. A. Hering. *Die Kupfererzlagerstätte der Dyas im nordöstl. Böhmen in Bez. auf ihre Abbauwürdigkeit.* Oesterr. Z. f. B. u. H., 1888, S. 676—678. — F. X. M. Zippe in Sitzb. Ak. d. Wiss., XXVIII, S. 192 ff. — G. Gürich. *Die Kupfererzlagerstätten von Wernersdorf bei Radowenz in Böhmen.* Z. f. pr. G., 1893, S. 370 ff.

glanz. Oft finden sich auch bis handtellergrosse Concretionen, die im Innern Kupferglanz führen, nach aussen hin allmählich in Pyrit übergehen. Solche Nieren enthalten bis 14% Cu. Aus der Gegend von Radowenz kennt man Calamiten, die aus einem Gemenge von Anthracit und Kupferglanz bestehen. Ihre gestreifte Oberfläche trägt eine dünne Rinde von Malachit, Kupferlasur und Thon. Auch auf Klüften sind diese oxydischen Erze innerhalb dieser Calamiten wahrzunehmen, deren Gesammtgehalt an Kupfer auf 32—50% sich beläuft.

Noch im Jahre 1891 wurden in Böhmen 2400 t Kupfererze erzeugt.

Aehnliche Lagerstätten sind aus dem Kreise Jauer in Schlesien bekannt geworden.

8. Die Kupfererzvorkommen in der Permformation Russlands.

Nach Nikitin[1]) und anderen russischen Geologen gliedert sich die Permformation in dem weiten Gebiete westlich vom südlichen Ural in folgender Weise:

4. Rothe Sandsteine, bunte Mergel und Schiefer der tartarischen Stufe, die den Uebergang zur Trias vermittelt:
3. eine wesentlich aus Kalken bestehende Schichtengruppe, die dem westeuropäischen Zechstein entspricht (mit Leda speluncaria, Turbonilla Altenburgensis, Macrodon Kingianum u. a.);
2. Sandsteine, Kalk, Mergel und Schieferletten mit Kupfererz führenden Bänken dazwischen (mit Spirifer rugulatus, Productus Cancrini, Strophalosia horrescens u. a.);
1. thonige Kalksteine, Mergel und Gypse des liegendsten Horizontes.

Hieraus geht hervor, dass die Kupfer führenden Schichten ungefähr dieselbe stratigraphische Stellung inne haben, wie der Deutsche Kupferschiefer. Das uralische Perm umschliesst derartige Lagerstätten namentlich im Gebiete der Districte Perm und Jekaterinburg, sowie weiter südlich in der Gegend von Ufa und Orenburg. Man hat die Erfahrung gemacht, dass innerhalb dieser Gebiete der Erzreichthum mit wachsender Entfernung vom Ural abnimmt und in etwa 500 km Abstand gänzlich aufhört. Ferner wird allgemein angegeben, dass der Kupfergehalt sich besonders um die Abdrücke und kohligen Ueberreste von

[1]) S. Nikitin. *Recherches géolog. le long de la ligne du chemin de fer de Samara.* Bull. du Com. Géol. Pétersbourg, Vol. V, 1886. Vol. VI, 1887, p. 225. — Tschernyschew. *Une excursion dans le gouv. Oufa et de Viatka.* Ebendort. Vol. VI, 1887, p. 7. Vol. VII, 1888, p. 81.

Calamiten concentrirt hat, aber auch in Staubform, in Knoten und Nestern vertheilt oder auf Klüftchen sich vorfindet. Vorzüglich sind Sandsteine der Sitz des Erzes. Dieses besteht in der Hauptsache aus Malachit, Kupferlasur, Kupferpecherz und Ziegelerz, sowie auch aus Kupferglanz, besonders in den Stammresten. Seltener brechen Buntkupferkies, Rothkupfererz, Volborthit (ein basisches Kupfervanadinat), Gyps und Kalkspath mit ein[1]).

Die Erzvertheilung ist eine höchst ungleichmässige und auf 6—70 cm mächtige Flötze beschränkt, deren 2—4 über einander vorkommen können. Der Kupfergehalt beträgt ungefähr 3 %. Die wichtigsten Betriebe liegen in der Steppe von Kargalinsk, 40 km von Orenburg entfernt.

Auch die permische Formation im Donetzgebiet östlich von Bachmut[2]) umschliesst derartige, freilich sehr arme Lagerstätten, die bereits in der Steinzeit bearbeitet worden sind. Sie bestehen hier aus graulichweissen mit oxydischen Kupfererzen imprägnirten Sandsteinen, die rothe Thone und Sandsteine an der Basis des Perm überlagern.

4. Kupfererze im Perm von Texas und von Neu-Schottland.

Nach E. J. Schmitz[3]) sind der aus schwach geneigten oder wagerechten Schichten von Sandstein, Schieferthon, Mergel und Conglomerat aufgebauten Permformation im Red River- und im Brazos River-District von Texas in ganz verschiedenen Horizonten und an zahlreichen über ein ziemlich weites Gebiet verstreuten Punkten Bänke von Mergel und Schieferthon mit Kupfererzen eingeschaltet. Die Erze bestehen hauptsächlich aus grünen, blauen und dunklen Silicaten und Oxyden. Besonders finden sie sich als Vererzungsmittel von Holzresten in stammförmigen Stücken mit einem Durchmesser bis zu mehreren Centimetern, ferner fein eingesprengt und endlich als rundliche Concretionen. Die vererzten Stämme und diese Knollen halten an Kupfer 20—60%, die ganzen sie einschliessenden Massen meist 3,5—5%, die nur fein imprägnirten Schichten meist viel weniger.

Ganz analoge Lagerstätten nur mit der Abweichung, dass hier die Kupfererze vorwiegend durch Kupferglanz, seltener Kupferkies, Kupferindig u. a. dargestellt werden, hat H. Louis[4]) aus dem Perm von New Annan am French River in Neu-Schottland beschrieben.

---

[1]) E. Neubert. *Die Kupfererzlager der Kargalinskischen Steppe.* B. u. H. Z. 1863, S. 141 u. 169. — C. R. Förster. *Notizen über den Kupferbergbau der Karkalinskischen Steppe.* Ebendort. S. 193—195.

[2]) A. Reh. *Das Kupfererz- und Salzvorkommen in der Permischen Formation Südrusslands.* Z. f. B. H. u. S. in Preussen, XXIX, 1881, S. 276.

[3]) E. J. Schmitz. *Copper Ores in the Permian of Texas.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 26. Bd., 1897, S. 97—108.

[4]) H. Louis. *Discussion of the Paper by Schmitz.* l. c., p. 1051.

5. Die Kupfererzlager von Corocoro und von Cobrizos in Bolivien.

Corocoro liegt in dem Serrania de Corocoro-Chacarilla genannten Gebirge, das inselartig aus der Hochebene von Bolivien südlich vom Titicaca-See sich erhebt. Die Hochfläche selbst erstreckt sich zwischen den Anden im W., die aus Jura mit zahlreichen Eruptivstöcken tertiären Alters bestehen, und der Cordillera Real im O., die von palaeozoischen Schiefern mit zahlreichen Trachyt- und Porphyrdurchbrüchen gebildet wird. Sie ist mit diluvialen Sanden, Thonen und Geröllmassen ganz bedeckt. Nur in der Serrania tritt ein permisches Grundgebirge zu Tage. Es besteht aus Thonen, Schieferletten, breccienartigen Conglomeraten und Sandsteinen mit eisenreichem Kalkcement. Fast allen Schichten ist eine rothe Färbung eigenthümlich. Die Thone und Schieferletten enthalten auch Lagen und Schnüre von Gyps und wenig Steinsalz.

Die Bergstadt Corocoro ist auf der Westseite der Serrania in einem tief eingeschnittenen Thale gelegen. Die in ihrer Nähe abgebauten Kupfer führenden Flötze innerhalb jener permischen Formation bestehen aus aschgrauen, fein- bis grobkörnigen Sandsteinen nnd feinen Sandsteinconglomeraten, die mit blauen, grauen, grünen und schwarzen Erzflecken durchsetzt sind. Die Flötze haben nach H. Reck[1]), dem wir hier folgen, eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,5—2 m und führen gediegen Kupfer in Körnchen, in massiven bis fussdicken oder nur dünnen Platten, in Haar-, Draht-, Moos-, Stauden- und Baum-Form, in Zweigen, Blättern und schönen Krystallen, auch in Pseudomorphosen nach Aragonitkrystallen. Das Hauptflötz Buen Pastor wächst zwar in seiner Mächtigkeit bis 12 m an, indessen ist sein braunrothes Gestein vorwiegend erzleer, nur einzelne grau oder grünlich gefärbte Partien darin lohnen seinen Abbau. In der Tiefe führt auch dieses Flötz gediegen Kupfer, nebst etwas gediegen Silber, in oberen Teufen Malachit, Kupferschaum, Rothkupfererz, Arsenkupfer, Kupferlasur u. a. Immer ist neben den Erzen Gyps zugegen. Die grossen, wellig verbogenen Kupferplatten, dort Charque (an der Luft getrocknetes Fleisch) genannt, sind zuweilen ganz in Gyps eingehüllt. Erwähnenswerth ist das Vorkommen von Thierknochen, deren Markhöhlen mit gediegen Kupfer angefüllt sind, und von vererzten Holzresten. Die Schichten sind von Verwerfungsspalten durchsetzt.

Schon die alten Incas gewannen auf der bolivianischen Hochebene Kupfer. Der moderne Bergbau datirt erst seit 1832, und die Stadt Corocoro entstand erst

---

[1]) H. Reck. *Das Vorkommen u. s. w. des Kupfers in der Serrania de Corocoro-Chacarilla.* B.- u. H.-Z. 1864, S. 93—96.

im genannten Jahre. In den 90er Jahren betrug die durchschnittliche Jahresproduction der Kupfergruben des Gebietes von Corocoro 2300 t Kupfer. In den 60er Jahren dagegen wurden jährlich 3000—3500 t Kupfer und 25 t Silber von dort ausgeführt.

In vieler Beziehung ähnlich mit dem von Corocoro scheint das Kupfererzvorkommniss von Cobrizos zu sein.

Bei Cobrizos unweit San Cristobal de Lipez in Bolivien, südlich von der Bahnstation Rio Grande, in ungefähr 4200 m Meereshöhe gelegen, bauen nach A. Gmehling[1]) die Gruben Galvarino und Chacra auf Kupfererzen inmitten wahrscheinlich permischer Sandsteine und Thonsteine. Die Erze bestehen vorzüglich aus gediegen Kupfer, in den obersten Teufen auch aus Chrysokoll, Malachit, Azurit und Cuprit. Merkwürdig sind die oft schalenförmigen dicken Kupferbleche der Grube Galvarino, deren Oberfläche einen Belag von gediegen Silber trägt. Dem Kupfer gesellt sich auch Bleicarbonat zu. Nur selten aber werden Nester von Kupfersulfiden beobachtet. Die Imprägnation der Sandsteine mit Kupfer ist immer an Kluftzonen gebunden. An manchen Stellen erscheinen die Sande mit Kalk verkittet, an anderen ist ihr Cement im Gegentheil ausgelaugt. Dann liegen die Knoten, dendritischen Aggregate und Bleche des Kupfers in lockerem Sand. Die Grube ist bekannt wegen der grossen Menge von Kohlensäure, die in den tiefsten Galerien mit starkem Geräusch durch die von Kupfersulfaten grün gefärbten Grubenwässer ihren Ausweg suchen. Der Ausstrich der eigentlichen Lagerstätten wird verhüllt von einem Mantel von Kalksinter, dessen Structur derjenigen der Karlsbader Sprudelschale gleicht. Die untersten Lagen dieses Kalksinters enthalten bereits oxydische Kupfererze. Es wäre von grosser Wichtigkeit, festzustellen, ob die Kohlensäureexhalationen mit dem Erzvorkommen in genetischer Beziehung stehen.

Anhangsweise sei erwähnt, dass neuerdings auch in Hochasien, am Syr-Darja im Fergana-Gebiet, in der Kupfergrube Na-Ukàt, ein dem von Corocoro sehr ähnliches Vorkommniss ausgebeutet wird[2]).

6. Kupfererze in der Buntsandsteinformation von Sct. Avold und Wallerfangen.

In der Gegend von Sct. Avold und Wallerfangen bei Saarlouis in Lothringen gliedert sich die Buntsandsteinformation in folgender Weise:

	7. Der Muschelkalk, zuunterst mit Gypsen.
	6. Rothe Letten und Sandsteine des Röth.
Oberer Buntsandstein oder Voltziensandstein.	5. Feinkörniger Sandstein, sog. Steinbrecherbank mit Thonzwischenlagen und Pflanzenresten, stellenweise mit Kupfererzen, ca. 12 m.
	4. Drusiger, eisenreicher Sandstein mit Dolomitlinsen, 6 m.
	3. Rothe Lettenschicht mit Dolomitknollen, wenige Centimeter.
	2. Conglomeratischer Sandstein, stellenweise mit Kupfererzen, bis 9 m.
	1. Hauptbuntsandstein oder Vogesensandstein, über 300 m.

[1]) Briefliche Mittheilung an den Verf. begleitet von einer vollständigen Sammlung von Belegstücken.

[2]) Mitth. von Herrn Bergingenieur O. Kulbach an den Verf., nebst Belegstücken.

Die darnach auf den Horizont unmittelbar im Hangenden und Liegenden der beiden Dolomit führenden Schichten beschränkte Erzführung[1]) erstreckt sich dort, wo sie überhaupt vorhanden ist, nur auf gewisse 6—60 cm mächtige Bänke. Sie besteht aus einer Imprägnation mit Malachit, erdiger Kupferlasur, im unteren Niveau auch mit erdiger Kupferschwärze. An gewissen Punkten sind die Kupfererze durch Bleierze, Bleiglanz und Weissbleierz, ersetzt. Die Erze bilden kleine Stäubchen oder Anflüge auf Klüften und bis wallnussgrosse Körner, finden sich auch häufig als Versteinerungsmittel von holzigen Pflanzentheilen.

Die Erzmittel sind auf besondere Erzzonen beschränkt, zwischen denen taube Strecken sich befinden. Diese Zonen laufen im allgemeinen dem Streichen parallel und scheinen, besonders im Hochwalde bei Sct. Avold, mit der Aufsattelung der Buntsandsteinschichten in Zusammenhang zu stehen. Sie fallen hier nämlich zusammen mit der nach W. oder SW. abfallenden Seite einer Sattelbildung. Aber auch innerhalb

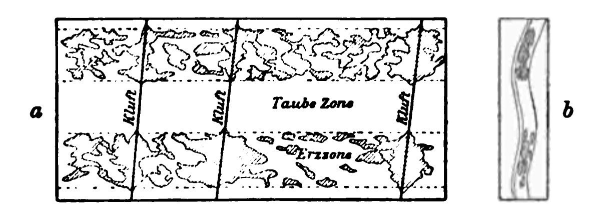


Fig. 209. *Grundriss (a) und beistehendes Querprofil (b) des Erzvorkommnisses von Wallerfangen und Sct. Avold* nach C. Simon.
Zeigt die Anordnung der Erzzonen und Klüfte.

dieser Zonen sind die oben aufgeführten Horizonte der Formation in reicherem Masse nur dort mit Erz imprägnirt, wo eine der zahlreichen NS. streichenden Klüfte die Zonen durchschneidet. Es geht dies aus dem Grundriss und Profil in Fig. 209 hervor. Solche Klüfte waren z. B. in den 50er Jahren in der Grube Barbara unweit von Wallerfangen aufgeschlossen. Sie bildeten nach C. Simon oft zollbreite, offene, meist trockene Spalten, deren Seitenflächen mit den pracht-

[1]) Jacquot. *Notice historique et géologique sur les mines de Sct. Avold etc.* Ann. de l'ac. de Metz 1857. — C. Simon. *Kupfer- und Bleierzablagerungen im bunten Sandstein etc. von Saarlouis und Sct. Avold.* B.- u. H.-Z. 1866, S. 412, 421, 430. — Hauchecorne. *Ueber Bleierze aus dem Buntsandstein von Saint-Avold.* Z. d. D. G. G., XXXI, 1879, S. 209.

vollsten grünen und blauen Sternen von concentrisch-strahligen Krystallen von Malachit und Kupferlasur geschmückt waren. Manchmal waren auch die Klüfte geschlossen und nicht selten ganz und gar mit derber Kupferlasur und Malachit angefüllt.

Das ganze Buntsandsteingebiet überhaupt ist stark durchklüftet. Einige Klüfte bewirken beträchtliche Verwerfungen, so eine solche, die von W. nach O. von Quatre Vents südlich von Longeville über den Kreutzberg nach dem Heiligenborn bei Sct. Avold streicht. In unmittelbarer Nachbarschaft dieser Kluft, die den Muschelkalk ins Niveau des Buntsandsteins niederzieht, finden sich im ersteren die Bleierzvorkommen des Castelberges bei Longeville, die Kupfererze im Hochwalde, die reichen, zugleich kalkigen Bleierzmittel im Bleiberge bei Sct. Avold und endlich die Kupfererze von Helleringen. Auf derselben Verwerfung quillt der Heiligenborn, ein eisenhaltiger Säuerling hervor. Auch scheint es, dass diese tektonische Linie sich über Cocheren bis über den Schlossberg bei Forbach fortsetzt. Es würde dann die warme Salzquelle von Cocheren auf sie fallen.

Im Hochwald ist noch eine andere NS. streichende Kluft besonders bemerkenswerth. Sie fällt unter 70° östlich ein und verwirft das Kupfererzlager um 2 m saigere Höhe. Sie bildet eine Spalte von 4,5 m Mächtigkeit, die mit Kupfererzen,. Schwerspath und Kieseleisenstein angefüllt ist. Jedoch ist diese Erzführung nur auf den Bereich der dortigen Erzzone und auf das Niveau der erzführenden Gesteinsbank beschränkt.

Was die Genesis dieser Erzlager betrifft, so neigt C. Simon mehr zu der Annahme einer gleichzeitig mit der Sedimentbildung erfolgten Ausscheidung, obwohl die von ihm eingehend beschriebenen, von uns angegebenen Verhältnisse doch die spätere Infiltration der Erzlösungen höchst wahrscheinlich machen.

Der Kupfererzbergbau von Wallerfangen lässt sich bis in die Römerzeit zurück verfolgen. Von 1500 ab wurden namentlich auch Kupferlasuren (Azurerze) zu Malerfarben von dort nach Italien ausgeführt. Der später zeitweilig erloschene Bergbau wurde in den 50er Jahren wieder aufgenommen.

Buntsandstein mit Kupfererzen imprägnirt ist ferner noch bekannt von Twiste[1]) bei Arolsen, wo sich vier Bänke mit Kupferglanz und Malachit feststellen liessen, von Bulach[2]) im württembergischen Schwarzwald (hier zugleich mit Fahlerz) und von Büdingen[3]) im Grossherzogthum Hessen.

7. Kupfererz führende triasische Sandsteine in Neu-Mexico.

In den Nacimiento Bergen, die mit nordsüdlichem Streichen im nordwestlichen Theile von Neu-Mexico westlich vom Oberlauf des Rio Grande del Norte hinziehen, wird der Gebirgskern von Granit gebildet. Daran lehnen sich wesentlich kalkige Schichten des Carbons, denen wiederum weisse und rothe Sandsteine, Mergel und

---

[1]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 165 u. 211.

[2]) Quenstedt. *Epochen der Natur.* S. 469.

[3]) C. Simon. A. a. O., S. 412.

Gypse der Triasformation mit oft steil aufgerichteten Schichten angeschlossen sind. Die höheren Horizonte werden endlich durch Kreideschichten vertreten[1].

Die triasischen Sandsteine und theilweise auch Conglomerate, deren Alter durch Cycadeenreste, namentlich auch solche von Podozamites crassifolia festgestellt ist, führen in inniger Verbindung mit den zahlreichen Blättern, Stengeln und Stämmen dieser und anderer Pflanzen in gewissen Bänken reiche Kupfererze. Letztere bestehen hauptsächlich aus Buntkupfererz, Kupferglanz und Melaconit. Sie erscheinen über die ganze Mächtigkeit der 20, ja bis 30 m dicken Sandsteinablagerung hin eingestreut, mehr concentrirt aber nur in einzelnen Schmitzen zwischen den Schichtfugen, sowie auch in ganzen Lagen der erwähnten Pflanzenreste. Die Erze enthalten auch eine sehr unbedeutende Menge Silber.

8. Kupfererz führende Sandsteine im Copper Basin in Arizona.

Ein nahe mit dem vorigen verwandtes Vorkommniss, jedoch ohne Gegenwart von Pflanzenresten, bilden die Kupfererzlagerstätten des Copper Basin im Bezirk Yavapai des Territoriums Arizona. Auf einem grobkörnigen Granit, der von Porphyritgängen und einem mächtigen Quarzgang durchsetzt wird, lagert eine zum Theil bereits in einzelne Schollen zerschnittene Decke von Conglomeraten, Breccien und Sandsteinen unsicheren Alters, die fast durch und durch in ihrem Cement und als Krusten um einzelne Körner und Gerölle Kupferlasur und Malachit enthalten. Der Kupfererzgehalt der 1—3 m mächtigen Gesteinsbänke wird zu 12—15% angegeben. Aber auch der unterlagernde Granit führt Kupfererze und zwar in seinen obersten Regionen in Gestalt kleiner Trümer und Imprägnationen von Malachit und Rothkupfererz in Verbindung mit Quarz, in grösserer Teufe dagegen in Form von eingesprengten Partien von Kupferkies. Es erscheint also hier, wie W. P. Blake[2] erkannte, beinahe gewiss, dass auch die Sandsteine nach ihrer Ablagerung von unten her ihren Metallgehalt empfingen.

9. Kupfererze in der Kreide von Angola.

Neuerdings hat man bei Senze do Itombe in der portugiesischen Provinz Angola, Westafrika, mit Kupfererzen stark imprägnirte Conglomerate kennen gelernt. Sie sind nach F. W. Voit's[3] Untersuchungen der vorzüglich aus Kalken und verschiedenartigen Sandsteinen bestehenden Kreide eingeschaltet, die daselbst mit einem Einfallen unter 12° nach SW. den weiter landeinwärts sich erhebenden krystallinen Schiefern sich anlagert. Das Hangende und Liegende der Conglomerate bilden Versteinerungen führende Sandsteine des Cenomans. Die Erze bestehen hauptsächlich aus z. Th. prächtig krystallisirtem Malachit und Azurit, die nach F. W. Voit von

---

[1] J. S. Newberry. Rep. of Exploring Exped. in 1859. Washington 1876, — F. M. F. Cazin. *New Mexico and Lake Superior as a Copper Producer.* Eng. and Min. Journ. 1880, p. 87.

[2] W. P. Blake. *The Copper Deposits of Copper Basin, Arizona, and their origin.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XVII, 1889, p. 479—485.

[3] F. W. Voit. *Die Kupfererzvorkommen bei Senze do Itombe etc.* Z. f. pr. G. 1902, S. 353—357.

Volborthit, Chrysokoll, Calcit, Aragonit und Baryt begleitet, nach der Tiefe zu aber theilweise von Kupferglanz abgelöst werden, neben dem ein wenig Bleiglanz einbricht. Das reiche Vorkommen dürfte bald ausgebeutet werden, da es an der Eisenbahn und nur 20 km vom schiffbaren Cuanza gelegen ist.

10. Die Kupfererzlagerstätten von Boléo in Untercalifornien.

Boléo liegt an der Ostküste der Halbinsel Untercalifornien gegenüber dem Hafen von Guaymas an der mexikanischen Küste. Nach E. Fuchs[1]) bildet die Gegend eine ausgedehnte Hochfläche, die von sanft nach dem Meere hin geneigten miocänen Schichten von trachytischen und andesitischen Tuffen und Conglomeraten aufgebaut wird. Vier tiefe Schluchten durchfurchen das Gelände, das ausserdem noch von einzelnen isolirten Kuppen überragt wird. Den Abschluss nach oben hin erhält das ganze Schichtensystem durch eine mächtige Basaltdecke. Im W. lehnt es sich an eine längs der Küste hinziehende Kette trachytischer Berge an (Fig. 210).

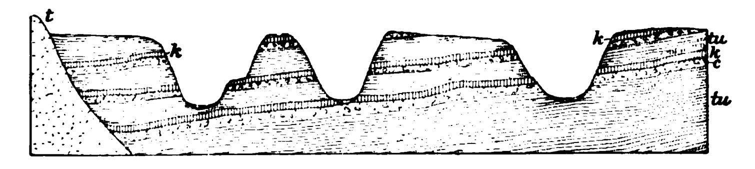


Fig. 210. *Schematisches Profil durch die Kupferlagerstätten von Boléo* nach Fuchs.

t Trachyt, *tu* thonige Tuffe, *c* Conglomerate, k Kupfererzflötze.

Das Kupfererz findet sich in drei Flötzen, wovon das unterste 0,6—3 m, das mittlere 0,8—2,3 m, das oberste durchschnittlich 1 m mächtig ist. Die Hauptmasse dieser Flötze stellt einen graulila gefärbten tuffigen Thon dar, der 0,1—6 % Chlornatrium enthält. Die Erze sind in Form von Körnchen, kleinen Trümchen oder rundlichen Concretionen diesem Thone eingestreut, an der Basis aber immer zu einer 15—20 cm starken derben Lage concentrirt. Sie bestehen aus Rothkupfererz mit etwas Atacamit, Kupferlasur, Malachit, Chrysokoll und Crednerit. In Folge der ziemlich reichen Beimengung von Crednerit ($Cu_3Mn_4O_9$) geben die Analysen der geförderten Erzmassen neben 15—26 % CuO und 4—12 % Fe_2O_3 noch den hohen Mn_2O_3-Gehalt von 7—24 % (P. Krusch).

[1]) E. Fuchs. *Notes sur les gisements de cuivre du Boléo.* Assoc. Franç. pour l'avancem. des sc. 1885. — Fuchs et De Launay. *Traité etc.* 1893. p. 349. — P. Krusch. *Kupfererzlagerstätten in Nieder-Californien.* Z. f. pr. G. 1899, S. 86.

Das mittlere Lager, das in der Nachbarschaft einer durchstreichenden Verwerfung wohl in Folge hydrothermaler Einflüsse besonders reich an Kieselsäure ist, bildet zugleich den Hauptfundplatz für die erwähnten oolithischen Concretionen von oxydischem und carbonatischem Kupfererz, die Boléos genannt werden. Diese halten 25—40% Cu und erreichen einen Durchmesser von mehreren cm. Im untersten Lager findet sich auch Kupferglanz und Covellin.

Die Lagerstätten sind erst seit 1884 in Abbau genommen worden. Es betrug die Production

1897: Kupfer 10334 t, Erz 180190 t.
1898: „ 9857 t, „ 192000 t.

c) Bleierzlager.

1. Die Knottenerze von Commern in der Rheinprovinz.

Ueber dem stark gefalteten und aufgerichteten Devon des rheinischen Schiefergebirges lagert bei Commern zwischen Aachen und Bonn im Norden der Eifel die Buntsandsteinformation. Ihre etwa auf 3 Meilen Länge und 1 Meile Breite sich erstreckenden Schichten werden zum Theil von dem concordant aufgelagerten Röth und Muschelkalk überdeckt. Die unteren Schichten der unteren Abtheilung dieser Buntsandsteinformation, des sog. Hauptbuntsandsteines, enthalten die Knottenflötze auf dem Bleiberg der Meinertzhagener Bergwerksactiengesellschaft und einiger Nachbarconcessionen. Diese Lagerstätten sind zwischen Call und Mechernich in einem 1 Meile langen und 1/4 Meile breiten Gebiete in bergmännischen Abbau genommen[1]).

Die Sandsteinschichten fallen in der Gegend des Bleiberges unter 5—12° nach NW. ein, sind aber meist von zahllosen Verwerfungsklüften stark gestört. Die beiden Profile in den Fig. 211 und 212 (S. 520) geben die Lagerung eines weniger und eines besonders stark gestörten Theiles wieder. Vielfach sind die Knottenflötze durch diese Dislocationsspalten förmlich zerstückelt. Die wichtigsten Verwerfungen sind die Griesbacher Hauptkluft, die mit ihren parallelen Nebensprüngen die

---

[1]) C. v. Oeynhausen und H. v. Dechen. *Der Bleiberg bei Commern.* Karstens Archiv, IX., 1825, S. 29—40. — C. Diesterweg. *Beschreibung der Bleierzlagerstätten, des Bergbaus und der Aufbereitung am Bleiberge bei Commern.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St. 1866, S. 159—196. — M. Blanckenhorn. *Die Trias am Nordrande der Eifel.* Abh. z. geol. Spezialk. von Preussen, Bd. VI, 2., 1885. — F. W. Hupertz. *Der Bergbau etc. des Mechernicher Bergwerks-Aktien-Vereins.* Köln 1886.

Flötze treppenförmig um 42—46 m verwirft, und die Sonnenberger Hauptkluft, die mit Baryt erfüllt ist und prachtvolle Harnische zeigt. Die letztere dürfte nach M. Blanckenhorn eine Sprunghöhe von 140 m haben. Sie begrenzt den eigentlichen Bleiberg im Süden.

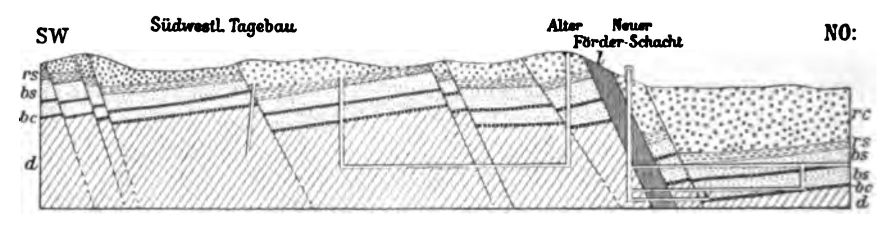


Fig. 211. *Generalprofil durch die Bleierzlagerstätten am Griesberg bei Commern* nach Blanckenhorn.

rc rothe Conglomerate, *rs* rothe Sandsteine } des Hangenden (oberster Hauptbuntsandstein), — *bc* conglomeratische Horizonte des unteren Hauptbuntsandsteines (Wackendeckel), — *bs* Bleierz führende, gebleichte Sandsteine (Knottenflötze), — *d* devonische Grauwacken, — *l* lettige und sandige Ausfüllung einer Verwerfungskluft

Die Buntsandsteinformation enthält in dieser Gegend, besonders im unteren Niveau viele conglomeratische Bänke eingeschaltet, die dort Wackendeckel genannt werden. Die Gerölle derselben bestehen aus Quarzit, Grauwacke, Sandstein und Quarz. Diese Conglomerate sind nach ihrer gegenseitigen Lage sowohl, wie nach ihrer Mächtigkeit sehr wechselnd, sodass ein für alle Gruben zutreffendes Profil nicht gegeben werden kann.

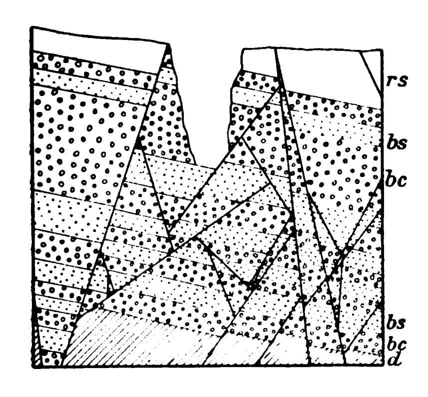


Fig. 212.
Profil durch eine stark gestörte Partie der Bleierzlagerstätten der Concession Schunk Olligschläger nach Hupertz.

Bei Mechernich ist die folgende Schichtenfolge auf eine grössere Strecke hin festgestellt worden:

Gerölldecke
Rother Sandstein
Conglomeratschicht
Gelber Sandstein
Conglomeratschicht
Lettenlage
} die Mächtigkeit dieses Dachgebirges steigt bis 50 m an.

Oberes Knottenflötz (26 m).
Conglomeratschicht.
Unteres Knottenflötz (18 m), jedoch häufig mit 3—4 Conglomeratlagen.
Grundconglomerat (0,5—6 m).
Rother Letten mit Grauwackenbruchstücken.
Devonisches Grundgebirge (Unter-Devon).

Am Griesberg bei Commern herrscht nach M. Blanckenhorn das folgende Profil:

Decke von Geröll und Dammerde.

Conglomerat mit rothen Sandsteinlagen 3 m (oberer erzleerer Hauptbuntsandstein).

Erstes Knottenflötz, im obersten Dritttheil röthlichgelblicher, erzleerer Sandstein bloss mit tauben Knotten, im unteren Theile weiss und bleierzführend	9—11 m
Conglomerat (Wackendeckel)	0,6—2 m
Zweites Knottenflötz fast durchweg mit Bleierzknotten, stellenweise auch mit oxydischen Kupfererzen	10 m
Grundconglomerat, stellenweise mit Bleiglanz und Malachit	2—4 m

Devon.

Die Knottenflötze bestehen aus einem weisslichen, meist leicht zerreiblichen, aus hirsekorngrossen Quarzkörnern zusammengesetzten Sandstein mit thonigem oder schwach kalkigem Bindemittel. Darin liegen einzeln, dicht gedrängt oder zu Gruppen verbunden die Bleierzknotten, das sind rundliche aus Sand und Bleiglanz, seltener auch aus Weissbleierz oder, wie am Griesberg, aus oxydischen Kupfererzen gebildete, feste Concretionen von 1—3 mm im Durchmesser. Mitunter haben sie durch die Krystallisationskraft des cementirenden Bleiglanzes hexaëdrische Umrisse erhalten, oder es ragen wohlausgebildete Bleiglanzwürfel aus ihnen hervor. Ueberall, wo diese Erzknotten auftreten, ist der umgebende Sandstein weisslich gebleicht. Jedenfalls haben organische Bestandtheile nicht nur diese Reduction des den Buntsandstein sonst färbenden Eisenoxyds zu Oxydul, sondern auch die Ausscheidung des Schwefelbleis aus Lösungen einst veranlasst.

Neben den Bleierzknotten kommen auch sog. taube Knotten vor, Concretionen, deren Bindemittel nur thonig oder kalkig ist.

Was den Bleigehalt der Knotten betrifft, so besteht nach F. W. Hupertz das aus der Wäsche hervorgehende Material zu 98 Theilen aus grobkörnigen Knotten mit einem Bleigehalt von 20—24 % und zu 2 Theilen aus feinerkörnigem Schmelzerz mit 55—60 % Blei. Dabei betragen nach C. Diesterweg am Bleiberg in den bauwürdigen Gesteinspartien die Knotten dem Gewichte nach 4—10 % der ganzen Flötzmasse. Der durchschnittliche Bleigehalt der bauwürdigen Flötze beträgt 1,5—2 %, der Silbergehalt wird auf 1—6 g pro t angegeben. Nicht immer hat der Bleigehalt des Flötzes sich zu Knotten concentrirt. Als

Weissbleierz ist er öfter gleichmässig als Bindemittel der Quarzkörner im ganzen Sandstein verbreitet. Weissbleierz bildet zuweilen auch eine wohl secundäre Kruste um die Bleiglanzknollen.

Blei- und Kupfererzknotten treten nur selten zusammen auf. In den Grubenfeldern Günnersdorf und Neu-Schunk-Olligschläger kommen zuweilen Partien vor, welche Kupfererzknotten enthalten. Diese schneiden mit ihrer grünen Farbe scharf von der übrigen mit blaugrauen Bleierzknotten besetzten Flötzmasse ab.

Auch innerhalb der Wackendeckel findet sich Bleiglanz und zwar zum Theil schön auskrystallisirt, aber nicht in bauwürdigen Mitteln.

Etwas abweichende Beschaffenheit, wie die bisher erwähnten, haben die Bleierzlagerstätten nördlich vom Tanzberg bei Keldenich, die sog. Lehmerzlager. Es sind braunrothe Letten mit dünnen Lagen von faserigem Weissbleierz (Banderz) oder thonigen Concretionen von solchem (Lebererz). Sie sind an der Grenze der beiden Buntsandsteinstufen eingeschaltet, gehören also einem höheren Niveau an.

Endlich sind noch Klüfte zu erwähnen, die Sandsteine und Conglomerate durchsetzen, wobei sie mitunter einzelne Quarzgerölle scharf durchschneiden. Auf diesen Spalten findet sich Bleiglanz und Weissbleierz auskrystallisirt, daneben Grünbleierz, Eisenkies und Kupferkies.

Die schichtigen Bleierzlagerstätten sind gewöhnlich in der Weise erklärt worden, dass man sich die Ausscheidung des Bleiglanzes schon während des Absatzes des Sandes geschehen dachte.

Viel wahrscheinlicher ist die von F. Pošepny[1]) verfochtene Annahme, wonach das Erz in den so stark dislocirten Sandsteinschichten von Klüften aus durch aufsteigende Quellen secundär abgesetzt wurde. Er weist namentlich auch darauf hin, dass zwar für gewöhnlich die Knotten parallel der Schichtung angeordnet sind, allein in der Nähe der den Sandstein durchsetzenden Klüfte auch in den Salbändern solcher steiler Klüfte parallelen Zonen. Auch die gangförmigen, schon von den Römern ausgebeuteten Bleiglanzlagerstätten im devonischen Eifel-Kalkstein des nahen Tanzberges bei Keldenich sprechen für die Richtigkeit dieses Ideenganges. Diese letztgenannten Lagerstätten erweitern sich an der Auflagerungsfläche des über dem Eifelkalke ruhenden Buntsandsteines zu förmlichen Trichtern, die mit einem mürben, Kupfererze, Bleierze und Eisenkies führenden, manganreichen Eisenmulm erfüllt sind.

Der Bergbau der Gegend von Mechernich datirt schon aus der Römerzeit. Damals wurden neben den Bleierzen im Devonkalk des Tanzberges die derberen Bleiglanze der Wackendeckel gewonnen. Der Bergbau auf dem Knottensandstein

---

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* 1893. S. 173.

dagegen lässt sich nur bis auf das Jahr 1629 zurück verfolgen. Seit 1852 wurde er auch mittelst Tagebaues betrieben, neuerdings wieder mehr nur unterirdisch. In den 70er Jahren betrug die Production an Blei 10—15000 t und die an Silber 2300—3700 kg pro Jahr. Im Jahre 1900 wurden zu Mechernich 262126 cbm Knottensandstein gefördert und daraus 22145 t Erz (1 t Erz aus 11,84 cbm Haufwerk) dargestellt.

Auch bei Sct. Avold unweit von Saarlouis kommen im Buntsandstein neben den Imprägnationen mit Kupfererzen, wie bereits auf S. 514 erwähnt wurde, auch solche mit Bleierzen vor. Ihre Lage ist lediglich auf die unmittelbare Nachbarschaft durchstreichender Klüfte beschränkt. Die Erze des Bleiberges bei Sct. Avold hielten nach Fuchs[1]) auch Silber und zwar 560 g pro t Blei.

2. Bleierze im Keupersandstein von Freyhung in der bayerischen Oberpfalz.

Bei Freyhung im Quellgebiet der Vils in NNO. von Amberg und weiter nordöstlich unweit Pressath am Naabthal enthält die das ostbayerische Grenzgebirge begleitende Keuperzone längs der Freyhung-Kirchenthumbacher Verwerfung Bleierzlagerstätten[2]). Der dortige Keuper gliedert sich in:

3. Rhät (gelbweisse Sandsteine und Schieferthone).
2. Hauptkeuper (grellgefärbte Mergel, Thone und Sandsteine).
1. Kohlenkeuper.

In der unteren Stufe des Hauptkeupers nun trifft man Einlagerungen von weissen, kaolinreichen Sandsteinen mit Putzen und feinkörnigen Imprägnationen von Bleiglanz, Weissbleierz und Bleimulm, sowie mit Weissbleierz ganz imprägnirte Lettenlagen. Das 1—3 m mächtige Hauptflötz von weissem, lockerem Sandstein enthielt durchschnittlich 5—10 % Weissbleierz und Bleiglanz. Besonders ist der Erzgehalt an die im Keupersandstein eingeschlossenen Pflanzenreste, namentlich Stammstücke geknüpft. F. Pošepny hat den Durchschnitt eines solchen vererzten Stammes abgebildet, der grösstentheils in Bleiglanz umgewandelt ist, während in der Rindenschicht Eisenkies zur Abscheidung gelangt ist.

Der früher ergiebige Bleibergbau von Freyhung ist auch in neuerer Zeit wieder aufgenommen worden, in den 80er Jahren auf der Grube Vesuv durch die Bayerische Bleibergwerksgesellschaft.

---

[1]) Fuchs et De Launay. *Traité.* II. 1893. p. 658.

[2]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. S. 192. — K. Gümbel. *Ostbayerisches Grenzgebirge.* S. 687. — E. Kohler. *Die Amberger Erzlagerstätten.* Geogn. Jahresb., München 1902. — F. Pošepny. *Genesis.* 1893. S. 173.

d) Silbererzlager.

Die Silbersandsteine in Utah.

Im Washington County des Staates Utah nahe an der Grenze von Arizona herrscht die Triasformation, die hier aus stark geneigten Schiefer- und Sandsteinschichten besteht. Zwei der Sandsteinbänke, das White Reef und das Buckeye Reef, deren Gestein eine weisslichgraue oder röthlichbraune Färbung hat und viele unbestimmbare Pflanzenreste enthält, sind nach C. M. Rolcker[1]) u. A. an vielen Stellen mit Chlorsilber und etwas gediegen Silber imprägnirt, sodass der Silbergehalt 0,085 % beträgt. In tieferen Niveaus stellen sich auch sulfidische edle Silbererze und Kupfererze ein.

Während J. S. Newberry diesen Erzgehalt des Sandsteines als eine gleichzeitig mit dem Absatz des Sandes entstandene Bildung betrachtete, sind die meisten anderen Autoren der Ansicht, dass das Erz secundär zugeführt sei. C. M. Rolcker stützt sich hierbei besonders auf die Beobachtung, dass der Sandstein in der Nähe von Verwerfungsspalten, die neben Letten zuweilen auch Silbererze enthalten, am reichsten ist. Uebrigens werden in ein und derselben Sandsteinbank reiche Zonen von dazwischen liegenden breiten Streifen tauben Gesteines getrennt.

e) Schichtige Golderzlagerstätten inmitten palaeozoischer Formationen.

1. Die Gold führenden Conglomerate vom Witwatersrand in Südafrika.

Von allen schichtigen Golderzlagerstätten der Erde haben die Conglomeratflötze des Witwatersrands oder, wie man meist kurz sagt, des Rands in Transvaal bei weitem die grösste wissenschaftliche und ökonomische Bedeutung. Eine weitschichtige Litteratur, von der wir unten[1])

---

[1]) Ch. M. Rolcker. *The Silver Sandstone District of Utah.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., IX., 1880, S. 21. — R. P. Rothwell. *The Silver Reef District, Southern Utah.* Eng. and Min. Journ., XXIX., S. 25 und 48. — J. S. Newberry. *Rep. of the Stormont Silver Mining Comp.* Eng. and Min. Journ., XXX., S. 269.

[1]) Wichtigste Litteratur über den Rand: E. Cohen. *Goldführende Conglomerate in Südafrika.* Mitth. d. naturw. Vereins f. Neuvorpommern und Rügen. — Derselbe. *Geogn.-petrogr. Skizzen aus Südafrika II.* Neues Jahrb. f. Min. 1887, Beil.-Bd. V, S. 210. — A. Schenk. *Ueber das Vorkommen des Goldes im Transvaal.* Z. d. D. G. G., XLI., 1889, S. 573ff. — W. H. Penning. *A Contri-*

nur das allerwichtigste angeben wollen, hat sich darum auch bereits über diesen Gegenstand angehäuft.

Der Witwatersrand bildet den Nordrand des sog. Hoogeveld, die vielfach gebrochene Linie, längs welcher diese wellige Hochfläche steil nach dem viel tiefer liegenden hügeligen Gelände mit der Landeshauptstadt Pretoria abstürzt. Das unterste Gehänge dieses Absturzes wird von Granit und krystallinen Schiefern, der obere Theil von Thonschiefern und Quarziten der Barbertonserie gebildet, die beide zusammen die südafrikanische Primärformation repräsentiren. Auf diese, wahrscheinlich discordant, legt sich oben nahe am Plateaurand die Witwatersrandformation auf, die von nicht ganz sicher bestimmbarem Alter ist, von G. A. F. Molengraaff aber vorläufig noch zur Primärformation gezogen wird. Sie wird, wie man neuerdings sich überzeugt hat, wiederum discordant von der transgredirenden devonischen Kapformation überlagert. Diese letztere gliedert sich von unten nach oben in die Blackreefschichten (= dem Tafelbergsandstein), den Malmani Dolomit und die Schiefer und Quarzite des Gatsrandes, auch Pretoria Serie oder Magaliesberg Schichten genannt, um endlich discordant von der horizontalen, Steinkohle führenden, obercarbonen bis permischen Karrooformation überdeckt zu werden.

---

bution to the Geology of the Southern Transvaal. Quart. Journ. Geol. Soc., XLVII., 1891, p. 452. — W. Gibson. *The Geology of the Gold-bearing and assoc. Rocks of the Southern Transvaal.* Quart. Journ. Soc., XLVIII., p. 420, 1892. — F. Abraham. *Aufrichtige Geschichte der Goldminen des Witwatersrandes.* Berlin 1892. — L. de Launay. *Nouveaux gisements d'or du Cap.* Bull. Annales des mines, 1892, p. 136. — G. A. F. Molengraaff. *Beitrag zur Geologie der Umgegend der Goldfelder auf dem Hoogeveld etc.* Neues Jahrb. f. Min., 1894, IX. Beil.-Bd. — Schmeisser. *Ueber das Vorkommen und die Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der Südafrikanischen Republik.* Berlin 1894. — Kuntz. *The Rand Conglomerates.* Rep. of Geolog. Soc. of South Africa, 1894. – F. A. Hatch and J. A. Chalmers. *The Gold Mines of the Rand.* London 1895. – L. de Launay. *Les mines d'or du Transvaal.* Paris 1896. (Giebt die beste Uebersicht des geologischen Vorkommens, die bisher geboten wurde, und eine vollständige Bibliographie). — K. v. Kraatz. Z. f. pr. G. 1896, S. 188. – G. F. Becker. *The Witwatersrand Bankets with notes on other gold bearing pudding-stones.* Eighteenth ann. rep. of the Survey of the U. S. 1896—97, Part. V. — P. Krause. Z. f. pr. G., 1897. S. 12. — G. A. F. Molengraaff. *Annual Rep. of the State Geologist of the S. African Rep. for 1897.* Johannesburg 1898. — S. J. Truscott. *The Witwatersrand goldfields Banket and mining practice.* Illustrated. London 1898. — G. A. F. Molengraaff. *Die Reihenfolge und Correlation der geol. Form. in Südafrika.* Neues Jahrb. f. Min. 1900, Bd. I, S. 113—119. — Derselbe. *Géol. de la Républ. Sud-Africaine.* p. 23. — L. Kessler. *Valuation Plan of the Witwatersrand Goldfields.* London 1902. (Giebt die Situation, Grösse, Production etc. sämmtlicher Gruben).

Diese Verhältnisse sollen durch das Profil in Fig. 213 veranschaulicht werden. Dasselbe zeigt zugleich, wie das Hangende der Witwatersrandformation am Rand von einer 400 bis 700 m mächtigen Decke von Diabasmandelstein gebildet wird, und wie ihre Schichten in Form einer Mulde gelagert sind, deren Südflügel vielfachen Störungen unterlegen ist.

Fig. 213. *Querprofil durch die Witwatersrand-Mulde* nach Molengraaff.
g Granit und krystalline Schiefer, *b* Thonschiefer und Quarzite der Barbertonformation, *w* Witwatersrandschichten mit den Conglomeratflötzen, *d* Diabasmandelstein, *s* Schwarzflötz, *m* Malmani-Dolomit, *g* (Mitte) und *ga* Schiefer und Quarzite des Gatsrandes.

Wir folgten bei den obigen Angaben der Darstellung der staatlichen geologischen Landesanstalt zu Pretoria. Noch vor kurzem war im Gegensatz hierzu noch ziemlich allgemein die Witwatersrandformation als unterstes Glied der Kapformation aufgefasst worden.

Gemäss ihrer muldenförmigen Lagerung streichen die Schichten mit den Gold führenden Conglomeraten nicht nur am Rand selbst, also in der Gegend von Krügersdorp, Johannesburg und Bocksburg zu Tage aus, wo ihre Mächtigkeit gegen 7500 m beträgt, sondern auch weiter südlich, im Gegenflügel bei Reitzburg, und bei Heidelberg. Die weitab südwestlich bei Klerksdorp gelegenen Ausstriche gehören noch zum westlichen Theile des Nordflügels. Die Mittellinie der ganzen Mulde verläuft beinahe viertelkreisförmig von SW. nach NO. Der Nordflügel der Mulde zeigt fast durchweg am Ausstrich ein sehr steiles Einfallen, nimmt aber mit wachsender Tiefe immer flachere Lagerung an, ein Umstand, der den bergmännischen Aufschlussarbeiten sehr zu statten kam.

Bei Johannesburg, dem Centrum der südafrikanischen Goldindustrie, kennt man 7 Flötzgruppen von Gold führenden Conglomeraten, zu denen sich noch als 8. das bereits der Kapformation angehörige Blackreef gesellt. Die Zwischenschichten wurden hauptsächlich durch quarzitische Sandsteine, seltener auch durch Schiefer gebildet. Unter diesen Gruppen ist die Hauptflötzgruppe die wichtigste, die sich aus

dem Nordflötz, Hauptflötz, Hauptflötz-Nebenflötz (Mainreef-Leader), Mittelflötz, Südflötz und Südflötz-Nebenflötz zusammensetzt. Sie war bereits 1894 auf etwa 80 km Entfernung überfahren worden.

Die Mächtigkeit der Flötze wechselt zwischen vollständiger Verdrückung und mehreren Metern Breite. Sie erreicht im Stallflötz der Du Preez-Grube sogar 30 m. Die mindermächtigen sind übrigens die goldreicheren Flötze.

In petrographischer Beziehung bestehen die Conglomerate, dort gern Banket-reefs (von banket, einem semmelartigen Gebäck) genannt, aus Geröllen von Quarz und Quarzit, nur selten auch von Kieselschiefer, und einem Bindemittel von kleinen Quarzkörnchen und Eisenkies mit den Goldpartikeln. Die meist nur haselnuss- bis hühnereigrossen, selten bis 10 cm und darüber messenden Gerölle sind oft sichtlich secundär durch Druck deformirt, abgeplattet, wunderlich verzogen oder zersprengt. Auch im Bindemittel offenbaren sich in der Splittergestalt der Quarzkörnchen häufig starke Druckwirkungen. Die zuweilen gefundenen abgerundeten, wie gerollt aussehenden Pyrite scheinen auch nur durch Druck ausgewalzte Individuen zu sein.

Der Eisenkies kommt in ziemlich unregelmässiger Vertheilung vor, wie aus dem photographischen Bild eines Dünnschliffes in Fig. 214, S. 528 hervorgeht. Häufig bilden seine Körnchen um die Gerölle herum eine ziemlich zusammenhängende Kruste. Manchmal ist er auch in zarten Lagen concentrirt, die der Schichtung parallel laufen.

Das Gold findet sich nie in geglätteten Körnchen oder Scheibchen, wie beim Schwemmgold, sondern in mikroskopisch kleinen Kryställchen und krystallinen höckerig-zackigen Aggregaten, die oft sogar winzige trumartige Ausläufer aussenden. Es ist vorwiegend, wenn nicht vielleicht ausschliesslich, an Pressungszonen gebunden und sitzt dann zugleich mit secundär gebildetem Quarz zwischen der Mosaik zerdrückter Quarzfragmente. Die Goldaggregate sind meist mit Pyrit innig verwachsen, so zwar, dass häufig das Gold einen Kern von Pyrit umkrustet, oder so, dass mehrere Pyritfragmente durch Gold verkittet werden. Immer nur sitzt das Gold im Bindemittel. Die seltenen Fälle, in denen man das edle Metall auch innerhalb von Geröllen fand, scheinen noch zweifelhaft. Man dürfte es hierbei nur mit Gold zu thun haben, das auf secundären Berstungsrissen eingewandert ist. Dahingegen kommt goldfreier Pyrit sicher innerhalb der Gerölle vor. In dem Bindemittel dürfte der Pyrit 3—5 % der Gesammtmasse einnehmen.

Ausser Pyrit und Gold führt dieses Cement gelegentlich auch andere Erze und zwar nur sehr kleine Mengen von Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende und Antimonglanz. Von nicht metallischen Gemeng-

theilen sind ganz besonders hervorzuheben Chlorit und eine grüne Hornblende in oft recht reichlich beigemengten winzigen Säulchen, ferner auch ein grüner Glimmer, Talk, Rutil und Korund.

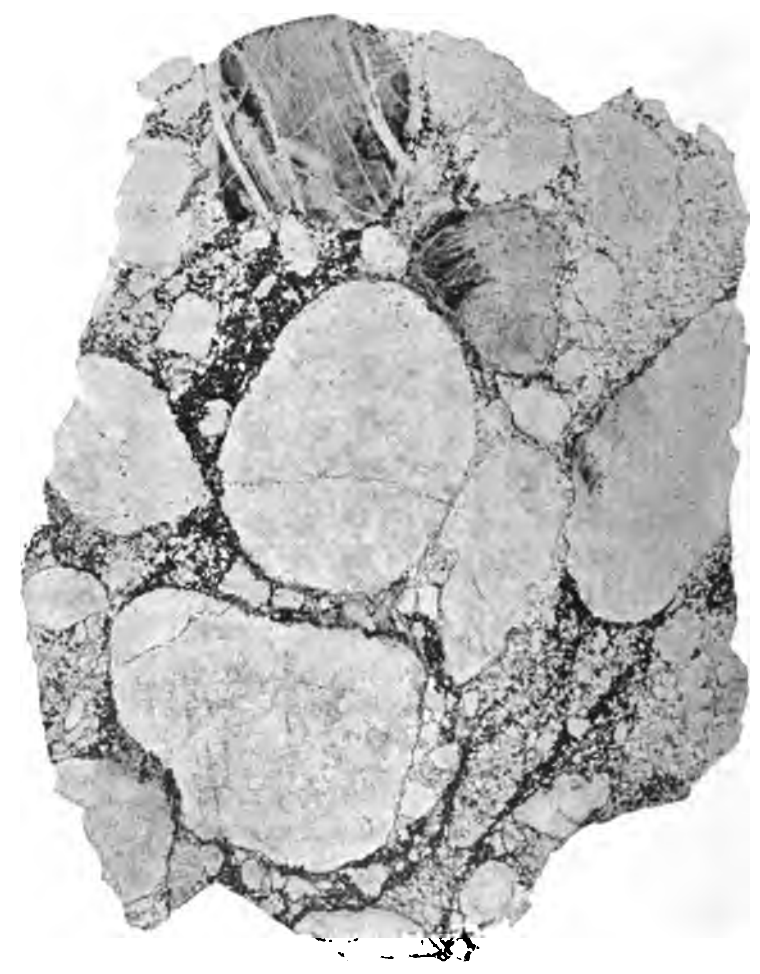


Fig. 214.
Ein Stück Conglomerat vom Main Reef Leader der Crown Reef Gold Mining Comp.
Bei durchfallendem Licht als Dünnschliff photographirt, zeigt die Vertheilung des dunkel erscheinenden mit Gold verwachsenen Eisenkieses. Vergr. 5/4.

Ueber ein seltsames Vorkommen berichtet Gardner F. Williams: In den Pochtrögen beim Pochen von goldführenden Conglomeraten der Klerksdorper Gruben fanden sich einige grüne Diamanten [1]).

[1]) Gardner F. Williams. *De Diamond Mines of South Africa.* New-York 1902. p. 523.

Der durchschnittliche Goldgehalt aller 1892—93 abgebauten Flötztheile des Rands betrug nach Schmeisser 23 g pro t, ohne die Verluste bei der Aufbereitung indessen nach seiner Ansicht in Wahrheit 28—30 g pro t. Je gröber die Geschiebe sind, desto reicher pflegt im allgemeinen ihr Cement zu sein.

Auch das Verhalten des Goldes bei der weiteren Bearbeitung der Erze giebt übrigens Aufschluss über seine mikroskopischen Verbandsverhältnisse mit dem Pyrit. Nach Krause werden von dem Goldgehalt nur etwa 64 % auf den Amalgamationsplatten gewonnen, weitere 18 % erst durch das Cyanidverfahren, während 18 % in den Rückständen (Tailings) verbleiben. Schon hieraus kann auf eine sehr intime Verwachsung des Goldes mit dem Pyrit geschlossen werden, wie wir sie durch die Mikroskopie bestätigt sahen.

Mit blossem Auge wahrnehmbar ist das Gold gewöhnlich nur in den gerötheten Partien der Flötze in den oberen Teufen, wo der Pyrit zu Roth- und Brauneisenerz zersetzt ist. Schon zwischen 30—40 m Saigerteufe beginnen die Sulfide sich einzustellen. Von 40 m ab nimmt zugleich die Festigkeit der Conglomerate mehr und mehr zu, bis etwa in 60 m Teufe der eigentliche sehr feste „blue rock“ zur Herrschaft gelangt.

Die Vertheilung des Goldes in den einzelnen Flötzen ist durchaus keine gleichmässige, wie aus folgender dem Werke von L. de Launay entnommenen Tabelle hervorgeht:

Der wechselnde mittlere Goldgehalt in verschiedenen Sohlen der Grube Ferreira.

Südflötz			Main Reef Leader		
Sohle	Mittlere Mächtigkeit in cm	Mittlerer Gehalt in g pro t	Sohle	Mittlere Mächtigkeit in cm	Mittlerer Gehalt in g pro t
1	60	46	1	14	97
2	40	99	2	25	35
3	28	128	3	16	171
4	43	104	4	40	34
5	33	179	5	40	54
6	84	187	6	38	65
7	63	97	7	10	107
8	84	146	8	34	44
9	52	129	9	34	45
10	48	290			
11	28	170			

Die quarzitischen Sandsteine, die mit den Conglomeraten des Rands wechsellagern, enthalten fast nie Gold. Eine Ausnahme macht z. B. das reiche Flötz von Rietfontein, das einen wenigstens nur sehr geröllarmen Sandstein darstellt und ein Flötz von der Buffelsdoorn-Grube, das fast gar keine Gerölle und doch Gold enthält. Uebrigens führen umgekehrt durchaus nicht alle Conglomeratbänke einen zahlbaren Goldgehalt.

Als ein besonderes Vorkommniss hat man im Klerksdorp-Goldfeld zwischen den dortigen Conglomeraten eine 0,5 cm starke Schicht von bituminösem Quarzit mit einem bedeutenden Schwefelarsengehalt und dem ausserordentlich grossen Goldreichthum von 1,5 kg pro t angetroffen.

Eine Ausnahmestellung nimmt endlich auch das Black-Reef genannte Flötz ganz an der Basis der Kapformation ein. Es hat zum Hangenden den Dolomit, zum Liegenden ein zersetztes, Turmalin führendes Eruptivgestein und besteht aus eckigen Quarzfragmenten, die ein aus rundlichen Pyritkörnern gebildetes Cement zusammenhält.

Grosse Bedeutung für die Geologie und die bergmännische Praxis des Rands haben die massenhaften Verwerfungen, die durch die Conglomerate setzen. Ihre Klüfte sind häufig von Diabasen ausgefüllt worden, die überhaupt im Randgebiet in grosser Häufigkeit zum Durchbruch gelangten. Durch das Dazwischentreten dieser zuweilen 30—40 m mächtigen „Dykes“ genannten Gesteinsgänge haben manche Grubenfelder grosse Einbusse erfahren.

Die Verwerfungen streichen theils parallel der Fallrichtung der Flötze, wie z. B. die grosse Verwerfung von Bocksburg, theils sind sie streichende Verwerfungen, bei denen sehr häufig im Gegensatz zu der sonst herrschenden Regel der im Liegenden der Spalte befindliche Theil abgesunken ist (vergl. das Profil der Grube May Consolitated bei Johannesburg auf S. 166, Fig. 112).

In Folge derartiger Ueberschiebungen ist ein und dasselbe Flötz mitunter zweimal zum Ausstrich gelangt, so das Main Reef im Grubenfelde der Witwatersrand Comp. mit einem Abstand der beiden Theile von 120 m.

Eine Verarmung der Flötze in der Nähe der Diabasgänge ist nicht nachweisbar. Im Gegentheil hat man auf Rose-Deep, Bonanza und anderen Werken unmittelbar an solchen Eruptivmassen erstaunlich reiche Mittel angetroffen mit einem Goldgehalt bis zu 3 kg pro t. So baute man auch auf der Grube Ferreira in einem Flötztheil, der zwischen einem zersetzten Eruptivgang und einer Verwerfungsspalte eingekeilt war, aussergewöhnlich reiche Erze ab.

Eine Folge dynamischer Vorgänge sind auch die Ausscheidungen von secundärem, gewöhnlich milchweissem Quarz, die zuweilen in ganzen Nestern, manchmal auch in quer durch ein Conglomeratflötz hindurch setzenden kurzen Gängen auftreten. Diese Ausfüllungen von Berstungsrissen führen mitunter in ihrem Quarz etwas Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und zuweilen auch Gold.

Im Jahre 1884 entdeckte ein gewisser Arnold das erste Gold in den Conglomeraten des Witwatersrands auf dem Landgut Geldenhuis. Schon 1885 begannen die Gebrüder Struben den Goldgehalt der Conglomeratausstriche auf dem Gute Wilge Spruit bergmännisch auszubeuten. 1886 wurde die Gegend von der Regirung zum öffentlichen Goldfeld erklärt. Rasch erhob sich die Stadt Johannesburg. Die bereits 1887 erfolgte Entdeckung von Steinkohlen bei Bocksburg begünstigte die schnelle Entwicklung des Goldbergbaues. Schon 1893 waren dort 70 Bergwerke im Betrieb mit einer Gesammtförderung von 2009601 t Conglomerat und einem Reinertrag von 45980 kg Gold. Kurz vor dem Kriege 1899–1900 zählte Johannesburg 70000 Einwohner, und fast 100 Gewerkschaften arbeiteten am Rand, davon 55 mit gutem Erfolg. Die wichtigsten sind Robinson, die allein ein Zehntel des gesammten Goldertrages liefert, Langlaagte, Crownreef, Jumpers, Simmer & Jack, Roodeport, Meyer & Charlton, May Cons., Ferreira, Geldenhuis, New Primrose, Nigel, Jubilee, Salisbury, Worcester. Im Jahre 1898 erreichte die Jahresproduction an Gold 109000 kg.

Die Genesis der Gold führenden Conglomerate des Witwatersrands.

Ueber die Entstehung dieser grossartigen Golderzlagerstätten gehen die Ansichten noch immer weit auseinander. Im wesentlichen hat man vier Hypothesen aufgestellt, die hier einer kurzen Discussion unterworfen werden sollen.

1. Die Hypothese von der rein mechanischen Zuführung des Goldes in seinem jetzigen Zustand.

Danach wären die Conglomerate „fossile“ fluviatile Seifen, d. h. ehemals lockere, jetzt verfestigte Geröll- und Grandablagerungen, deren Goldtheilchen rein mechanisch herzu geschwemmt wurden. Diese Annahme wird sofort durch die angeführte mikroskopische Beschaffenheit des Goldes in den Conglomeraten widerlegt. Die Goldpartikel haben durchaus keine Aehnlichkeit mit mechanisch transportirtem Seifengold. Auch ihre Vertheilung innerhalb der Flötze ist nicht die in Seifen übliche. Endlich spricht dagegen das Fehlen des Goldes im Innern des Quarzes der Gerölle.

2. Die Hypothese von der rein chemischen Ausscheidung des Goldes und des Pyrites im Meere.

Nach dieser, besonders von Penning, De Launay und Stelzner verfochtenen Präcipitationstheorie, wie man sie kurz nennen kann, hat sich das Gold gleichzeitig mit dem Absatz der Gerölle in einem der Küste nahen Meerestheile rein chemisch aus dem Wasser niedergeschlagen. Dies erscheint unwahrscheinlich, 1. weil in einem unruhigen Wasser der litoralen Zone, wo Gerölle transportirt und abgesetzt werden konnten, eine solche Ausscheidung schwer denkbar ist, 2. weil dieselbe doch mindestens ebenso während der Ablagerung des die Quarzitbänke liefernden Sandes sich hätte vollziehen müssen, 3. weil der äusserst geringe von Liversidge u. A. nachgewiesene Goldgehalt der heutigen Meere hierzu nicht ausreicht, und Gold zuführende Mineralquellen zu Hilfe genommen werden müssen, es aber ferner sehr unwahrscheinlich ist, dass diese Quellen jedesmal bei der Ablagerung von Sandschichten versiegt sein sollten, um wieder hervor zu brechen, wenn Geröllmassen herzu geführt wurden.

Neuerdings ist durch die Versuche von J. R. Don[1]) die Möglichkeit einer Ausscheidung des so äusserst geringen Goldgehaltes im Meerwasser überhaupt sehr in Frage gestellt worden. Es gelang ihm bei seinen Experimenten auf keinerlei Weise, durch in der Natur vorkommende Reagentien eine Ausfällung von Gold aus Meerwasser zu ermöglichen.

3. Die Hypothese von der nachträglichen chemischen Umlagerung des Goldes als ehemaligen Seifengoldes.

Diese Ansicht wurde bereits von E. Cohen aufgestellt und von F. Pošepny zur seinen gemacht, am eingehendsten wohl von G. F. Becker zu beweisen versucht. Der letztgenannte verglich die Conglomerate mit den marinen Seifen aus der Jetztzeit an den Küsten von Californien, Oregon und Alaska, deren Material unzweifelhaft von zerstörten Goldquarzgängen stamme. Auch in solchen recenten massiven Seifen treffe man nur selten Gold in den Geröllen selbst, auch in solchen fände sich Gold in offenbar umkrystallisirtem Zustand, und seine Vertheilung sei hier im Gegensatz zu den fluviatilen Seifen in der ganzen Mächtigkeit annähernd eine gleiche, auch hier endlich seien Goldklumpen abwesend.

[1]) J. R. Don. *The Genesis of Certain Auriferous Lodes.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 27. Bd., 1898, p. 564—668.

Die Umkrystallisirung des Goldes, wie er sie für den Rand in ausgedehntem Masse zugiebt, bringt er in Zusammenhang mit der Eruption der Diabase. Diese Theorie hat gewiss viel Bestechendes, aber einen gewichtigen Einwand vermag sie nicht zu widerlegen, dass nämlich, wenn sie richtig wäre, das Gold in den quarzitischen Sandsteinbänken erst recht vorhanden sein müsse, denn das Material recenter Meeresseifen pflegt vorwiegend sandig zu sein.

4. Die Theorie von der nachträglichen Zuführung des Goldes in die Conglomerate.

Die sehr beachtenswerthe Ansicht, die man recht bezeichnend auch die Theorie von der „nachträglichen Mineralisirung und Befruchtung" der Conglomerate genannt hat, ist besonders von Gardner F. Williams, J. S. Curtis, J. Kunz, K. von Kraatz, P. Krause und J. Hays Hammond vertheidigt worden. Sie kann als die in den Kreisen der Johannesburger Bergingenieure herrschende Vorstellung bezeichnet werden. Man bringt das hiernach angenommene spätere Eindringen von goldhaltigen Lösungen gewöhnlich in Zusammenhang mit der Eruption der Diabase. Die auch von uns nachgewiesene Anwesenheit von zahlreichen secundären Hornblendenädelchen im Bindemittel der Conglomerate spricht sehr für eine derartige spätere Mineralisation der ehedem an sich porösen und ausserdem noch durch dynamische Vorgänge zerrütteten Geröll führenden Bänke. Der Pyrit wird bei dieser Hypothese gewöhnlich als primär angesehen und zugleich als ein Fällungsmittel des Goldes betrachtet, wie denn eine Ausfällung von Gold aus sehr verdünnten Chlorgold-Chlornatriumlösungen durch Pyrit thatsächlich durch Johansson und Liversidge experimentell bestätigt worden ist. Für diese Theorie spricht auch die ungleiche Vertheilung des Goldgehaltes innerhalb der Conglomeratflötze und die gelegentliche Anreicherung desselben gerade in der Nähe von Eruptivmassen. Endlich dient ihr zur Stütze die Thatsache, dass anderwärts im Transvaal, im Lydenburger District, ganz zweifellos fertige Sedimente, hier Dolomite des Malmani Horizontes, durch Lösungen, die Quarz und Gold zugleich mit Kupfererzen absetzten, mineralisirt worden sind. Auch die Beobachtung, dass in einem viel höheren geologischen Niveau, beim Blackreef, die Goldführung eines Conglomerates sich noch einmal wiederholt, im allgemeinen also der Mangel einer Niveaubeständigkeit der Lagerstätten dieser Art, ist der Hypothese günstig. Es soll freilich auch der Haupteinwand gegen diese Theorie nicht verschwiegen werden,

dass nämlich immerhin nur einzelne Schichten, nicht einmal alle Conglomeratflötze, sich mit Gold imprägnirt zeigen, dass also keine gleichmässigen Imprägnationszonen längs Verwerfungsspalten oder Eruptivgängen durch alle Schichten des Witwatersrands hindurch gehen. Demgegenüber ist jedoch auf die von Haus aus sehr ungleiche Durchlässigkeit solcher Gesteinsschichten hinzuweisen. So scheint das Cement der als ärmer bekannten Flötze, wie des Mainreef, Elsburg-, Bird- und Kimberley-Reef, durch reichlichere Zumengung von feinstem Quarzsand eine grössere Dichte erhalten zu haben, als wie die anderen reicheren Bänke.

Uns scheint bei dem jetzigen Stand der Kenntnisse die 4. Hypothese immer noch die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, wenn wir auch die ganze Frage für durchaus noch nicht entschieden halten.

2. Die Conglomerate des Tarkwa-Goldfeldes in Westafrika.

Neuerdings ist auch die Gewinnung von Gold aus Conglomeraten an der westafrikanischen Goldküste zu grösserer Entwicklung gelangt. Die dortigen Conglomerate finden sich nach S. J. Truscott[1]) zwischen den Flüssen Ancobra und Prah. Sie bilden Einlagerungen in einem Sandstein, der neben Quarzkörnchen zersetzten Feldspath, sowie Körner von Magnetit und Ilmenit enthält, zuweilen auch ein kalkiges Cement. Er wird vielfach von Quarzäderchen durchtrümert. Neben den Conglomeraten kommen auch Zwischenschichten von Dolomit im Sandstein vor. Das Liegende des ganzen Complexes bilden Quarzdiorite, das Hangende phyllitische Schiefer. Die Flötze sind in Form einer nach NO. streichenden Synklinale gelagert, deren Südostflügel genauer untersucht ist. Der Neigungswinkel der im Bau begriffenen Flötztheile schwankt zwischen 20—60°. Bei den Bohrungen wurden auch mehrfach Massen von Epidiorit angetroffen.

Das wichtigste Flötz ist das Tarkwa Reef, dessen Mächtigkeit bis über 1 m ansteigt. Die Gerölle desselben bestehen aus lichtgrauem, seltener milchweissem Quarz, mitunter auch aus einem zersetzten Feldspathgestein. Das Cement bildet feinkörniger Quarz mit Muscovit, auch secundärer Quarz macht sich darin bemerklich. Diesem Cement eingestreut sind Körnchen von zersetztem Feldspath, von Magnetit, von Ilmenit und Kryställchen von Rutil, sowie das Gold. Die Vertheilung des nur selten deutlich sichtbaren Goldes, das hier übrigens gar nicht

[1]) S. J. Truscott. *The Witwatersrand Goldfields.* II. ed. 1902. p. 487—508.

von Pyrit begleitet wird, ist ungleich. Die Goldgehalte der Flötzmasse nach Auslesung der tauben Gerölle schwanken zwischen 4—16 g pro t, in einigen Reicherzmitteln erreichen sie aber 40 g pro t im Durchschnitt. Bemerkenswerth ist die hohe Feinheit des Goldes (940—960), welche die Feinheit des Witwatersrand-Goldes weit übertrifft. Am reichsten an Gold sind die Stellen im Cement, die viel Magnetit enthalten.

Genetisch fällt das Tarkwa-Vorkommen möglicher Weise nicht mit dem vorigen zusammen.

Eine Bahnlinie verbindet die Goldfelder mit der Küste.

f) Antimonerzlager.

1. Antimonerzlager in Westfalen.

An zwei Stellen, auf der Grube Casparizeche bei Uentrop im Revier Arnsberg und auf der Grube Passauf bei Nuttlar im Revier Brilon, sind in Westfalen schichtige Antimonerzlagerstätten bekannt[1]).

„Das Vorkommen auf der Casparizeche ist nach der amtlichen Darstellung[2]) an die hangendsten Schichten des Culm, den Plattenkalk, gebunden, welcher hier die östlichste Spitze des nach Osten einsinkenden Arnsberger Gebirgssattels bildet und in der Nähe vom flötzleeren Sandstein bedeckt wird. Am Ausgehenden der Culmschichten fehlt der Hauptsattelrücken; nur die beiden Sattelflügel (der Nordwest- und Südostflügel) sind vorhanden, von welchen der letztere auf eine streichende Länge von 1100 m durch den Bergbau auf Antimonerz erschlossen ist.“

„Der Hauptsattel enthält zahlreiche, mit ihm in gleicher Richtung verlaufende, scharf gebogene und geknickte Falten, und der Zusammenhang der Schichten ist durch viele, nach allen Richtungen durchsetzende Verwerfungsklüfte gestört. Die sonst hell gefärbten und festen Gesteinsschichten besitzen im Bereiche des Erzvorkommens dunkle Farbe und nur geringen Zusammenhang.“ Auf dem Südostflügel sind fünf Erz führende Bänke bekannt. Die Antimonerze, Antimonglanz, am

[1]) L. C. Buff. *Ueber Gangbildungen, welche eine lagerartige Entstehung zu haben scheinen (Spiessglanzerze auf der Casparizeche).* Karsten's Archiv f. Min., 6. Bd., 1833, S. 439. — A. W. Arndt. *Ueber den Bergbau auf Spiessglanz am Silberberge bei Arnsberg.* Elberfeld 1834.

[2]) Beschreibung *der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe sowie der Fürstenthümer Waldeck und Pyrmont.* Herausgeg. vom Kgl. Oberbergamt zu Bonn. 1890. S. 158.

Ausgehenden Antimonocker, bilden inmitten dieser Bänke, aber niemals an einer Stelle in allen fünf zugleich, sondern bald hier, bald dort, 5—15 cm dicke, nesterartige Ausscheidungen, von denen aus Blätter und Strahlen bis nahe an die Begrenzungsflächen der Schichten reichen, oder sie sind dem Gestein in kleineren Partikeln eingesprengt. Auf dem Nordflügel herrschen ähnliche Verhältnisse, nur bestehen hier die Erze vorwiegend aus Antimonocker und sind weniger rein.

Das Antimonerzvorkommen auf der Grube Passauf bei Nuttlar setzt am südwestlichen Abhange des Wiemertberges bei Vöckinghausen in den Schichten des flötzleeren Sandsteines auf drei Lagern auf, deren Masse aus Kieselschiefer und schwarzem Letten mit Nestern von Antimonglanz besteht.

Schon dieses Auftreten der Antimonerze in zwei ganz verschiedenen Horizonten der Carbonformation, ferner auch ihr Gebundensein an stark von Klüften durchsetzte Regionen macht die epigenetische Natur dieser Lagerstätten sehr wahrscheinlich.

Die Möglichkeit, dass von Klüften aus Antimonerze auch seitlich in die Schichten von Schiefergesteinen einwandern, wird durch das folgende Beispiel klar bewiesen.

2. Das Antimonerzvorkommniss von Brück an der Ahr.

Bei Brück an der Ahr im Kreise Adenau an der Eifel finden sich Antimonerze im palaeozoischen Grauwackenschiefer, der nach NNO. streicht und unter 45° nach W. fällt. Innerhalb einer 24—32 m breiten, auf mindestens 160 m Länge aufgeschlossenen, NS. streichenden Zone ist der Schiefer stark zerklüftet und wird von zahlreichen, wenige cm mächtigen, nach NO. streichenden und 40—50° nach S. fallenden Gängen durchsetzt, die Antimonglanz, Eisenkies, Quarz und Braunspath enthalten. Von diesen Gängen aus ist nach Erbreich[1]) ein Theil der Ausfüllungsmasse zwischen die Schichten und die sonstigen Absonderungsflächen des Grauwackenschiefers eingedrungen.

3. Die Antimonerzlagerstätten bei Sidi-Rgheiss in Algier.

Die Antimonerzlagerstätten von Sidi-Rgheiss liegen im südwestlichen Theile von Constantine und sind namentlich bei Sempsa und am Djebel-Hamimat ausgebeutet worden. Sie finden sich dort in-

[1]) Erbreich, *Geogn. Beschr. der Spiessglanz-Lagerstätte etc. bei dem Dorfe Brück.* Karsten's Archiv f. Min., 1827, VI. Bd., S. 44—53.

mitten von steil aufgerichteten dunklen Thonen und Kalksteinen des unteren Neocom, ohne aber einen ganz bestimmten Horizont dieser Formation einzuhalten. Das Erz ist nach Coquand[1]) theils ein derbes Antimonoxyd von milchweisser bis graulicher Farbe und von muscheligem Bruch, theils eine körnig-krystalline Abart mit Drusen, aus denen die in allen Sammlungen verbreiteten Senarmontitkrystalle von Algier stammen. Auch trifft man dort zuweilen im Thon oder schwarzen Kalkstein zahllose Senarmontitkryställchen eingestreut, die von keiner Gangart begleitet sind. Bisweilen sitzen auf dem Antimonoxyd kleine Büschel von seideglänzenden Antimonglanznädelchen auf, die theilweise secundär in rothe Antimonblende umgewandelt sind. Die Lagerstätten bilden sehr unregelmässige, jedoch der Schichtung parallele Massen ohne jede Gangart.

Das merkwürdige Vorkommen isolirter Krystalle von Senarmontit inmitten eines Belemniten führenden Kalksteines veranlasste Coquand zur Annahme einer gleichzeitigen Entstehung des Erzes und des Kalkes im Meerwasser, dem durch Mineralquellen ein bedeutender Antimongehalt zugeführt worden sei. Besser jedoch scheinen diese Verhältnisse, wie schon Fuchs und De Launay bemerkten, durch die Vorstellung einer späteren Substitution des Kalkes durch das Erz erklärt werden zu können.

Zusammenfassender Rückblick auf die epigenetischen Erzlager.

Bei den Einzelschilderungen zahlreicher sehr verschiedenartig zusammengesetzter und verschiedenalteriger sulfidischer Erzlagerstätten von schichtiger Lagerungsform sind die beiden principiell sich gegenüber stehenden genetischen Auffassungen, deren Wettstreit zur Zeit stärker denn je in der Geschichte unserer Erzgeologie entbrannt ist, dargelegt und gegeneinander abgewogen worden. Auf der einen Seite steht die reine Präcipitationstheorie, wonach am Grunde des Ozeans oder wenigstens auf dem Boden einer flachen Küstensee aus geschwefelten Erzen bestehende Schichten von oft bedeutender Mächtigkeit sich abgesetzt haben sollen, wie eine Kalksteinbank oder ein Steinsalzlager, oder wonach wenigstens solche geschwefelte Erze in kleineren Theilchen

[1]) Coquand. *Description des mines d'antimoine oxydé exploitées dans les environs de Sidi-Rgheiss.* Bull. de Soc. Géol. de France, 1852, p. 342. — Fuchs et De Launay. *Traité.* II. p. 205. — L. De Launay. *Les Richesses Minérales de l'Afrique.* Paris 1903. p. 335.

als rein chemische Präcipitate aus dem Meerwasser den normalen Sedimenten während ihrer Ablagerung sich zugesellten. Auf der anderen Seite aber sucht man solche Lagerstätten aus einer nachträglichen geologisch vielleicht viel später erfolgten Vererzung gewöhnlicher Sedimente vermittelst einer Infiltration von Erzlösungen von Gangspalten aus zu erklären.

Wir glauben, der Leser hat die Ueberzeugung gewinnen müssen, dass die thatsächlich zu beobachtenden Lagerungs- und Structurverhältnisse bei den meisten Beispielen mehr für die zweite Hypothese einnehmen. Dies gilt insbesondere auch für die sulfidischen Erzlager im krystallinen Schiefergebirge. Der Mangel einer Niveaubeständigkeit sonst gleichartiger Erztypen, das Gebundensein der Lager an von Dislocationen stark beeinflusste und von Eruptivgesteinen durchsetzte Gebirgstheile, das gelegentliche Vorkommen von Ueberschneidungen an der Grenze solcher Erzkörper mit den Sedimenten, das mitunter festgestellte Vorhandensein von gangartigen Seitentrümern, vor allem aber auch der mikroskopische Verband der Erze mit den sonstigen Gesteinsgemengtheilen, der oft auf eine spätere Ausscheidung der metallischen Verbindungen hindeutete, dies alles war jener Auffassung günstig. Zur weiteren Klärung der Frage wird es beitragen, wenn wir untersuchen, ob und in welchem Umfang überhaupt chemische Präcipitate von sulfidischen Erzen am Grunde von lacustren und marinen Gewässern der Jetztzeit sich bilden.

Am besten untersucht ist die Ausscheidung von Eisenkies und Markasit in Torfmooren, Sümpfen und unter ähnlichen Verhältnissen, wo immer organische Substanzen bei mangelhaftem Luftzutritt verwesen und eisenhaltige Lösungen zugegen sind. Am bekanntesten sind die Schichten von Eisenkies und Markasit, die sich am Grunde der sogenannten Mineralmoore von Franzensbad, besonders in dem Soos genannten grossen Moor in der Nähe dieses Ortes und bei Marienbad bilden[1]), in der Hauptsache als Umhüllungspseudomorphosen nach stengeligen Pflanzentheilen, zum Theil aber auch in grösseren Klumpen und Platten. Die Verhältnisse liegen hier besonders günstig für die Erzausfällung, weil die zahlreichen in dem Moor aufsteigenden Mineral-

[1]) H. Loretz. *Ueber die in den fossilen Brennstoffen vorkommenden Mineralien.* Neues Jahrb. f. Min., 1863, S. 661. — E. Palla. *Recente Bildung von Markasit im Moore von Marienbad.* Neues Jahrb. f. Min., 1887, II., S. 5. — O. Bieber. *Das Mineralmoor der Soos.* Marburg 1887. S. 30. — Vergl. auch C. Ochsenius. *Ganz junge Bildung von Schwefelkies.* Neues Jahrb. f. Min., 1898, II., S. 232.

quellen dem Wasser desselben fortwährend Eisensalze, namentlich auch Eisenvitriol zuführen, die zum kleineren Theil durch die am Boden verwesenden Pflanzenreste eine directe Reduction zu Eisensulfid erfahren, zum weitaus grösseren Theil aber als oxydische Verbindungen ausfallen (siehe S. 110).

Zwar nicht in so grossem Massstabe hat man gelegentlich auch eine Sulfidbildung anderer seltener Metalle in Folge von derartigen Reductionserscheinungen beobachtet. So fanden sich in dem Bleibergwerk von Bennerscheid östlich vom Siebengebirge nach Nöggerath und Bischof auf altem Grubenholz Krusten, die zum grossen Theil aus Schwefelzink, ausserdem aus Kieselsäure, Thonerde u. s. w., Wasser und etwas Schwefelcadmium bestanden[1]). Als eigentliche Sedimente dagegen kennt man so etwas nicht.

Dass auch faulende thierische Substanzen diese Reduction auszuführen vermögen, zeigt die Beobachtung von Bakewell, wonach sich Mäuse, die in einer Flasche mit Eisenvitriollösung lagen, mit kleinen Krystallen von Eisenkies überzogen[2]). Hieraus erklärt sich das häufige Vorkommen von durch Eisenkies oder Markasit vererzten Petrefacten fast in allen bekannten Formationen. Allgemein bekannt sind z. B. die Ammonitengehäuse, die mehr oder minder von diesem Erz ersetzt sind.

Ein Beispiel von der recenten Entstehung von Eisenkies im Meerwasser hat Forchhammer[3]) von der Küste von Bornholm berichtet, wo faulende Fucusarten mit einer eisenhaltigen Quelle in Berührung kommen. Die Reduction erfolgt hier indirect. Die schwefelsauren Salze der Tange werden durch den Fäulnissprocess zu Sulfiden reducirt, die bei raschem Zerfall unter Gegenwart von Kohlensäure Carbonate und Schwefelwasserstoff liefern. Der letztere fällt das Eisen aus den von den Quellen in die kleine Bucht herbeigeführten Lösungen als Schwefeleisen aus, sodass sich die Geschiebe am Meeresgrund mit einer schön gelben Rinde überziehen. G. Bischof schloss hieraus, dass auch die Eisenkieskryställchen und -körnchen im Alaunschiefer und in ähnlichen Gesteinen durch die Einwirkung faulender Tangreste auf den eisenhaltigen Meeresschlamm entstanden wären.

Auf dem Grunde mancher Meerestheile entwickeln sich sogar ziemlich beträchtliche Mengen von Schwefelwasserstoff durch eine Reduction der im Wasser gelösten Alkalisulfate in Folge des sich zersetzenden organi-

[1]) G. Bischof. Lehrb. d. chem. Geologie. 2. Aufl. I. Bd. 1863. S. 559.
[2]) Fuchs. *Die künstlich dargestellten Mineralien.* S. 55.
[3]) Citirt bei G. Bischof, l. c. I. Aufl. I. Bd. S. 926—927.

schen Detritus, beträchtlich genug, um Metallsalze ausfällen zu können, so namentlich in den Tiefen des Schwarzen Meeres[1]).

N. Andrussow[2]) beschreibt von dort einen Einfach Schwefeleisen enthaltenden Schlamm, wie folgt:

„Der Schlamm des tiefen Meeresbodens ist meist von zweierlei Art: der schwarze Schlamm auf den Böschungen (zwischen 540—1290 m) und der dunkelblaue Schlamm des flachen Bodens des Meeres.

Der schwarze Schlamm der Böschungen, der sehr zäh und klebrig ist, wird sofort an der Oberfläche grau, sobald er der Luft ausgesetzt wird. Diese Verfärbung hängt von der Gegenwart von Einfach Schwefeleisen (FeS) ab, das sich sehr schnell an der Luft oxydirt. Unter dem Mikroskop zeigt sich die färbende Materie theils unter der Form kleiner isolirter Kügelchen theils als Imprägnation zwischen den Sandkörnchen. Die Gegenwart solcher Kügelchen im Inneren von Diatomeen bietet besonderes Interesse.

Durch Dredschen erhält man zuweilen in derselben Region Massen von blauem Schlamm, welcher zuweilen nagelförmige Concretionen von Zweifach Schwefeleisen (FeS_2) enthält. Dieser Schlamm liegt wahrscheinlich unter dem schwarzen Schlamm.

Der dunkelblaue Schlamm des tiefen Meeresbodens ist weniger dicht und umschliesst viele Diatomeen, besonders pelagische. FeS findet sich auch hier, aber in geringerer Menge, verhüllt, wie es scheint, durch eine mehr oder minder beträchtliche Menge von $CaCO_3$, das feinkörnig ist und sich manchmal zu kleinen Klümpchen zusammenballt.“

Aber wenn auch die Möglichkeit der Präcipitation von sulfidischen Erzen sowohl im Süss- wie im Meerwasser in kleinem Massstab zugestanden werden muss, so fehlt uns doch jedes Analogon aus der Gegenwart für die Bildung so mächtiger und theilweise mineralogisch so mannigfaltiger Kiesansammlungen, wie wir sie in wachsender Häufigkeit und Grösse antreffen, je tiefer hinunter wir in die Schichtenreihe unserer Erde gehen. Wir werden darum lieber darauf verzichten, diesen unbedeutenden Sulfidbildungen der geologischen Jetztzeit Gewicht beizulegen, wenn wir auf besseren Erklärungsversuchen fussen können. Solche ergeben sich namentlich aus solchen Beobachtungen, die ganz deutlich die Zufuhr des Erzes auf Gangspalten in schichtige Gesteinskörper hinein erkennen lassen.

[1]) J. Walther. *Einleitung in die Geologie.* 1893/94. S. 661.

[2]) N. Andrussow. *La mer noire.* Guide des Excursions du VII. Congr. géol. intern., 1897, XXIX., p. 13.

Hier ist besonders auf ein bereits durch Bonnard (1825—28) bekannt gegebenes, später wieder durch A. Daubrée[1]) geschildertes Beispiel aus der Bourgogne hinzuweisen.

Südwestlich von Avallon auf der Hochebene von Étaules wird das granitische Grundgebirge von vielen Gängen durchsetzt, die vorwaltend aus Chalcedon, Hornstein und Quarz bestehen, daneben aber auch Flussspath, Schwerspath, Bleiglanz und Eisenkies enthalten, also zur barytischen Bleierzformation gehören. Auf dem Granit lagert die Juraformation und zwar zuunterst eine Arkose des untersten Lias. An der Auflagerungsfläche dieser Arkose sind die auf den Gangspalten aufgestiegenen Lösungen gewissermassen übergeflossen und haben nun das poröse Gestein vollständig mit ihren Absätzen imprägnirt, wie aus dem Profil in Fig. 215 nach Michel Lévy und Ch. Velain hervorgeht. Die kieseligen Mineralien bilden dann entweder nur das Cement

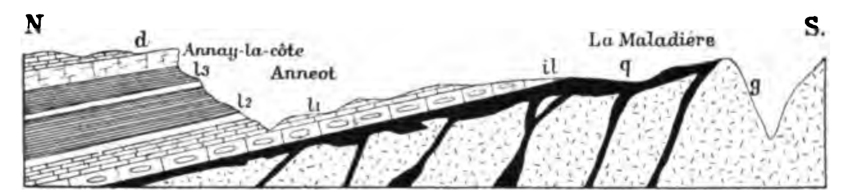


Fig. 215. *Profil durch die Hochfläche von Étaules bei Avallon* nach Michel Lévy und Velain.

g feinkörniger Granit, *il* sandige Schichten des Infralias, l_1 unterer, l_2 mittlerer, l_3 oberer Lias, *d* Dogger, *q* Quarz und Hornstein mit Flussspath, Schwerspath und Bleiglanz in Gängen im und als lagerförmige Masse auf dem Granit.

der Arkose, oder es haben sich auch ganze Schmitzen ausgeschieden, in denen Flussspath, Schwerspath und Bleiglanz sowohl derb eingesprengt, als auch in Trümchen und als Drusenfüllung vorkommen. Die in dem untersten Lias sich findenden Gehäuse von Gryphaeen und anderen Conchylien sind dann immer ganz verkieselt.

Ein zweites ähnliches Vorkommen und zwar eines, wo reiche und wirklich abbauwürdige Erzschichten durch seitliche Infiltration von Gangspalten aus erzeugt worden sind, haben wir schon weiter oben auf S. 133 abgebildet und beschrieben (Grube Enterprise bei Rico in Colorado).

Auch auf die interessanten Verhältnisse am Silberpfennig in den Hohen Tauern[2]) ist hier hinzuweisen. Die Golderzgänge durch-

[1]) A. Daubrée. *Les Eaux Souterraines aux époques anciennes.* Paris 1887. p. 126.

[2]) Die Resultate der *Unters. des Bergb. in den Hohen Tauern.* Wien 1895. Herausgeg. vom k. k. Ackerbau-M. S. 77.

setzen hier den Gneiss, stossen aber an den discordant aufgelagerten Kalkglimmerschiefern ab. Einzelne Bänke der letzteren sind mit Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende und Eisenspath imprägnirt, ja ganze der Schichtung parallele Lager von Spatheisenstein, untergeordnet auch von Bleiglanz und Blende sind dort abgebaut worden. Die Einwanderung der Erze von den Gangspalten aus erscheint hier ganz sicher.

Wir waren bei unserer Uebersicht mehrfach auch auf Beispiele zu sprechen gekommen, deren Grössenverhältnisse und Gestalt durch eine einfache Infiltration dazu geeigneter, ursprünglich tauber Gesteinsbänke oder auch durch eine metasomatische Umwandlung von hierzu prädisponirten Schichten kaum genügend erklärt werden konnten, vielmehr an eine vorausgegangene Hohlraumbildung denken liessen. Besonders Brokenhill und manche norwegische Kieslager dürften mehr in dieser Weise gedeutet werden können. Für die letzteren hat dies schon Th. Kjerulf eingehend zu begründen versucht. Seine Vorstellung von den hierbei wirksamen Vorgängen lässt sich am einfachsten und kürzesten an dem Modell demonstriren, das wir nach ihm in Fig. 216 abbilden [1]. Wir sehen daraus, dass eine Faltung und eine nachfolgende Ueberschiebung thatsächlich solche parallel der Schichtung eingeschaltete Räume, wie sie die norwegischen Kieslager häufig ausfüllen, erzeugen können. Es werden noch sehr viele Untersuchungen nothwendig sein, um alle die Beispiele auszusondern, bei denen dies wirklich anzunehmen ist, und um solche Beispiele schliesslich vielleicht besser den echten Lagergängen zuzuweisen. Wir halten eine solche Aussonderung vorläufig noch für undurchführbar.

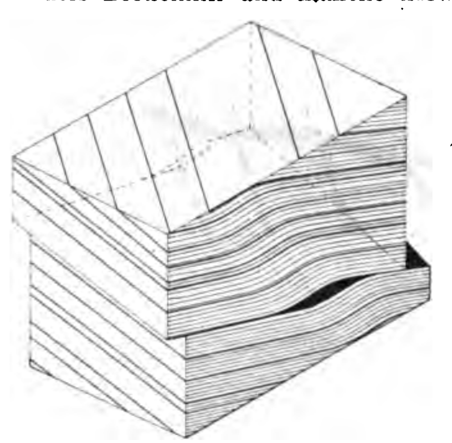


Fig. 216. *Modell zur Veranschaulichung der Entstehung von „Erzlinealen"* nach Th. Kjerulf.

Wie sehr wir auch die Präcipitationstheorie und die Infiltrationstheorie, die beiden Richtungen, die wir nochmals überblickten, von einander bei der Erklärung der epigenetischen Erzlager abweichen sahen,

[1]) Th. Kjerulf. *Geologie von Norwegen.* Uebersetzt von A. Gurlt. Bonn 1880. Taf. XVIII. Fig. 263.

in einem Punkte fanden wir sie in Uebereinstimmung, nämlich darin, dass die Erze sich als Lösungen ausgeschieden haben. Selbst die Art der Ausfällung der Sulfide aus solchen Lösungen denken sich bei sehr vielen Vorkommnissen die Vertreter beider Richtungen gleich, indem sie nämlich an den reducirenden Einfluss bituminöser Substanzen erinnern. In vielen Fällen fanden wir ja sogar, dass die betreffenden epigenetischen Erzlager noch jetzt derartige Substanzen einschliessen.

Eine Art Vermittlungstheorie vertritt neuerdings F. Klockmann[1]), früher ein eifriger Anhänger der reinen Präcipitationstheorie. Er wendet seine neue Erklärung zunächst für die Kieslager des Rio-Tinto-Gebietes an. Diese sind nach ihm „concretionäre Ausscheidungen innerhalb eines mit den chemischen Elementen des Pyrits geschwängerten, plastischen Thonschieferschlammes". Die vorausgegangene Durchtränkung des Schlammes bringt er in genetische Beziehung mit den dortigen, nach ihm effusiven Eruptivmassen, die er als die Erzbringer bezeichnet.

Eine neue Idee zur Erklärung gewisser epigenetischer Erzlager hat kürzlich E. Kohler[2]) geäussert. Er weist auf die Bedeutung der Adsorptionsprocesse hin.

Unter Adsorption versteht man die Eigenschaft von poröser Kohle und von colloidalen Substanzen wie gallertartiger Kieselsäure, sowie auch von Kaolin oder Thon, von durchlaufenden stark verdünnten Lösungen einen Theil der gelösten Stoffe zurück zu halten. So verliert eine etwa einprocentige wässerige Lösung von Kupferammoniumsulfat in einem mit Kaolin belegten Filter den ganzen Kupfergehalt als Kupferoxyd, während das Filtrat nur aus einer Lösung von Ammoniumsulfat besteht. E. Kohler schreibt nun dem Thongehalt vieler epigenetischer Lagerstätten, wie z. B. des Knottensandsteines von Commern, des Freihunger Bleisandsteines u. a. eine solche Eigenschaft zu gegenüber den von Spalten aus zu sickernden metallhaltigen Lösungen. Diese Vorstellung ist höchst beachtenswerth, zumal da auch auf Gängen selbst Letten- und Kaolinmassen sich oft reich mit Erz imprägnirt erweisen. Auch die an Hornsilber so reichen Kaoline von Brokenhill, deren Wirkung bereits vor Jahren von den australischen Monographen dieser Lagerstätte mit der eines Filters verglichen worden war, bilden ein gutes Analogon.

---

[1]) F. Klockmann. *Ueber das Auftreten und die Entstehung der südspanischen Kieslagerstätten.* Z. f. pr. G. 1902. Apr.

[2]) E. Kohler. *Adsorptionsprocesse als Faktoren der Lagerstättenbildung und Lithogenesis.* Z. f. pr. G. 1903, S. 49—59.

Minder überzeugend ist der Versuch Kohler's, die Erzführung des Kupferschiefers aus einer Adsorption der einst im Zechsteinmeere gelöst gedachten Metallsalze durch die fallende Trübe beim Sedimentationsvorgang zu erklären, um so an dem tief eingewurzelten Gedanken von der gleichzeitigen Entstehung von Sediment und Erz festhalten zu können.

B. Epigenetische Erzstöcke.

Als epigenetische Erzstöcke bezeichneten wir weiter oben der Kürze halber alle innerhalb von Kalksteinen oder Dolomiten sich findenden stock-, nest- oder schlauchförmigen Erzkörper, die wesentlich vermittelst einer metasomatischen Verdrängung der Carbonate des ursprünglichen Gesteins durch Erze und begleitende nicht metallische Mineralien entstanden sind. Wie sich bei der Besprechung der einzelnen Beispiele zeigen wird, ist vielfach bei der Bildung dieser Lagerstätten neben dem Verdrängungsprocesse auch die Ausfüllung vorher bestehender und vielleicht durch ganz andere Lösungen, als wie die schliesslich das Erz bringenden, und zu viel früheren Zeiten ausgelaugter Höhlungen einhergegangen.

Man gruppirt die epigenetischen Erzstöcke wie die Erzgänge nach den jedesmal vorherrschenden oder wenigstens qualitativ am meisten bezeichnenden Metallen, und weiterhin kann man in jeder Kategorie die Beispiele nach dem Alter des Nebengesteins ordnen, wenngleich dieses Moment genetisch von nur untergeordneter Bedeutung ist.

a) Epigenetische Erzstöcke der Eisen- und Manganerzformation.

1. Die Eisenerze der Gegend von Elbingerode am Harze.

Am Büchenberge im Forstrevier Gräfenhagensberg bei Elbingerode werden schon seit mehr als 500 Jahren Eisenerzlager[1]) abgebaut, deren tectonische Verhältnisse ziemlich verwickelt sind und erst durch M. Koch

[1]) Wichtigste Litteratur: Hauchecorne. *Die Eisenerze der Gegend von Elbingerode am Harz.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St., 16. Bd., 1868, S. 199. — M. Koch. *Gliederung und Bau der Culm- und Devonablagerungen des Hartenberg-Büchenberger Sattels.* Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst., 16. Bd., 1895, S. 131.

aufgeklärt werden konnten. Nach ihm bilden die palaeozoischen Schichten am Hartenberge und Büchenberge einen Sattel, innerhalb dessen vom Hangenden zum Liegenden folgende Schichten entwickelt sind:

Schichten	Stufe
Grauwacken **Posidonienschiefer** **Adinolen, Wetz- und Kieselschiefer**	**Culm.**
Cypridinenschiefer **Clymenienkalk** **Jüngerer Schalstein und Diabasmandelstein**	**Oberdevon.**
Stringocephalenkalk **Keratophyr mit Zwischenlagen von Tuffen und Tentaculitenschiefern** **Aelterer Schalstein und Diabasmandelstein**	**Oberes Mittel-devon.**

Die Eisenerze dieser Gegend sind zum weitaus grössten Theile durch eine allmähliche Verdrängung des ursprünglichen kohlensauren Kalkes durch Eisenverbindungen aus den Stringocephalenkalken hervorgegangen. Sie bestehen vorherrschend aus kalkigem und kieseligem Roth- und Brauneisenstein, zum Theil auch aus Magneteisenstein. Nur untergeordnet hat auch der Keratophyr (Orthoklasporphyr) bei seiner Zersetzung durch Anreicherung des Eisengehaltes aus dem in ihm enthaltenen Magnetit und den eisenreichen Silicaten, sowie auch aus dem Eisenkies zur Bildung von stellenweise bauwürdigen Eisensteinen Anlass gegeben. Solche Erze mit noch frischen Keratophyrkernen stehen z. B. an der Ostseite des Gräfenhagensberger Tagebaues an. Es bauen z. Th. auf solchen auch die Gruben Bunte Wormke bei Mandelholz und Oberer Stahlberg bei Neuwerk. Es sind feinkörnig bis dichte thonig-kieselige Rotheisenerze mit etwas Magnetit.

Die Stringocephalenerze erreichen am Büchenberge bis 30 m Mächtigkeit und sind auf etwa 4 km streichende Länge aufgeschlossen. Sie sind hier vorzugsweise durch Tagebaue abgebaut worden, die sehr bedeutende Pingen (Blaue Pinge) hinterlassen haben. Die dortigen Betriebspunkte umfassen im ganzen sechs Reviere. Die Lagerstätten zeigen sich im allgemeinen steil aufgerichtet und fallen mit 50—70° und noch mehr nach N.

Südlich vom Büchenberge liegt eine zweite Eisenerzlagerstätte, die am Tönnichen (Tännichen) durch Tagebau und Stollnbetrieb abgebaut wird. Hier zeigen die Erze sich ganz flach beckenförmig gelagert und führen zwei Zwischenmittel von demselben Schalstein, der hier wie dort das Liegende bildet, und von Stringocephalenkalk. Die streichende Länge des Lagers am Tönnichen beträgt mehr als 1200 m. In dem Erze findet man hier besonders in den unteren Abtheilungen viele erkennbare Spuren von Versteinerungen der Stringocephalenstufe.

Im einzelnen sind sowohl am Büchenberge, wie am Tönnichen die Schichten ausserordentlich durch Faltung und Ueberschiebung gestört, was aus der Koch'schen Abhandlung ersehen werden mag.

Die Eisenverbindungen für die Vererzung des Stringocephalenkalkes dürften hier ohne Zweifel durch die Zersetzung der Schalsteine und Diabasmandelsteine geliefert worden sein.

Ganz analog sind die Verhältnisse der Eisenerzlager bei Brilon, Wetzlar, Weilburg, Dillenburg u. a. O. im rheinischen Schiefergebirge, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll[1]). Auch die ebenfalls mit Diabasen und Schalsteinen verknüpften Eisenerze im Devon Mährens und Schlesiens[2]), z. B bei Bennisch in Schlesien, sind unter dieser Gruppe anzuführen.

2. Die Eisenerzlagerstätten des Iberges bei Grund im Harz.

Der massige oberdevonische Kalkstein des Iberges und Winterberges bei Grund auf dem Oberharz ist nach F. Klockmann[3]) ausserordentlich stark zerklüftet. Die langanhaltenden Gangspalten in den Kulmgrauwacken und Schiefern verändern in diesem Gestein ihr Verhalten völlig. Sie lösen sich in ein Gewirr von Spalten und Klüften auf, von denen nur einzelne durch grössere Erstreckung und gleichbleibende Richtung sich auszeichnen. Durch die auf allen diesen offenen Wegen circulirenden Gewässer wurden besonders an den Durchkreuzungs- und Schaarungspunkten ziemlich ausgedehnte unregelmässige oder schlauchförmige Höhlen erzeugt. Sie sind mit dem Auslaugungsrückstand des Kalkes, einem rothen Höhlenlehm erfüllt, dessen lettige Beschaffenheit ihn als Besatzmaterial von Bohrlöchern gesucht macht. Manche dieser Höhlungen führen auch Schwerspath, sowie Kalkspath und Quarz, während eigentliche Erze nur in der Fortsetzung des Prinz-Regenter und des Oberen Ganges innerhalb dieses Devonkalkes zur Ausscheidung gelangten. Dafür aber ist der letztere an zahlreichen Stellen durch metasomatische Umwandlung des kohlensauren Kalkes in Eisencarbonat durch Eisenerz verdrängt worden, ursprünglich Spatheisenstein, der aber jetzt fast durchweg secundär in Brauneisenerz über-

[1]) Siehe hierüber W. Riemann. *Das Vorkommen der devonischen Eisen- und Manganerze in Nassau.* Z. f. pr. G., 1894, S. 50—57.

[2]) A. Pelikan. *Ueber die mährisch-schlesische Schalsteinformation.* Sitzungsb. d. k. A. d. W. in Wien, math.-naturw. Kl. Bd. CVII. Abth. I. 1898.

[3]) F. Klockmann im Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes. Stuttgart, 1895. S. 62—65.

gegangen ist. Die dem Eisencarbonat beigemischten anderen isomorphen Carbonate wurden bei dieser secundären Umwandlung als Kalkspath, Dolomitspath, Manganit, Psilomelan und Wad ausgeschieden. Als weitere Begleiter treten auf: Schwerspath, Quarz, Schwefelkies, Kupferkies, Buntkupferkies, Malachit und Asphalt.

Der Kalksteinstock des Iberges ist stellenweise von den Eisenerznestern, die häufig reihen- oder kranzförmig längs der Spalten liegen, ganz durchschwärmt. Einzelne Erzstöcke erreichen bedeutende, bis 40 m ansteigende Mächtigkeit.

Der früher am Iberg sehr rege Bergbau war Mitte der 80er Jahre zum Erliegen gekommen.

3. Die Eisenerzlagerstätten im Devon des südlichen Ural.

Grossartige Lagerstätten von wesentlich Brauneisenerzen sind an die unterdevonischen Kalksteine der Gegend von Pervukhina unweit von Ust-Katawsk im südlichen Ural gebunden[1]. Sie streichen an den Abhängen der Berge Schuida, Irkuskan und Bulandikha zu Tage aus und werden namentlich beim Bergflecken Bakal ausgebeutet.

Die stark aufgerichteten, z. Th. sattelförmig gefalteten Devonschichten in dieser Gegend zeigen folgendes Profil:

3. Zuoberst, die bizarr geformten Bergkämme und felsigen Höhen bildend, Quarzite und Sandsteine, deren Blockwerk das Gelände weit und breit überschüttet hat.
2. Graue, gelblichgraue, grünliche oder röthliche Schiefer mit Einlagerungen von dolomitischem Kalkstein von z. Th. sehr bedeutender Mächtigkeit.
1. Quarzitische und sericitische Schiefer, schwarze und graue Dolomite und Thonschiefer mit den Erzlagerstätten.

Sämmtliche Schichten werden vielfach von Diabas durchsetzt, der Gänge, lagerförmige Intrusionen und vielleicht auch echte Lager bildet.

Die Erzlager bestehen in grösserer Teufe aus Spatheisenstein, den man deutlich im Streichen an dem dolomitischen Kalkstein abstossen sieht und so als späteres Verdrängungsproduct erkennt. In den oberen Teufen sind die Spatheisensteine in Brauneisenerze umgewandelt, die jetzt die weitaus grösste Menge der Förderung ausmachen. Diese Brauneisenerze umschliessen viele Hohlräume, von deren Decke stalaktitische Brauneisenerzgebilde herabhängen.

Wir greifen im besonderen die Lagerstätten am Berge Irkuskan heraus. Hier bemerkt man als unterstes Gebirgsglied einen auf dem Querbruch gebänderten Quarzitschiefer, darüber Thonschiefer und hierauf mehrere Flötze von Brauneisenerz. Sämmtliche Schichten sind mehr oder weniger aufgerichtet. Das mächtigste Eisenerzflötz ist durch einen sehr grossen kraterförmigen Tagebau aufgeschlossen. In diesem erkennt man, dass im oberen Niveau sich noch ein Theil der ehemaligen Kalkstein-

[1] Th. Tschernyschew. Guide du VII. Congrès Géologique International. III. p. 31. Nebst Litteraturangaben und Profilen.

einlagerung erhalten hat, während sie in der Tiefe völlig vererzt zu sein scheint. Trotz der cavernösen Structur des Eisensteins kann man in demselben noch die ehemalige Schichtung des Kalksteins angedeutet sehen. Es ist hier ganz klar zu überschauen, dass das Erz den Kalkstein im Streichen ersetzt. Von den kleineren Lagern innerhalb der schwärzlich-grauen Schiefer des Hangenden ist das am weitesten vom grossen entfernt gelegene insofern interessant, als dieses noch aus Spatheisenstein besteht. Die Schichtenreihe wird endlich unmittelbar hinter diesem durch einen Quarzit mit Bänken von Conglomerat abgeschlossen.

Die Erze werden an Ort und Stelle zunächst zu grossen Stadeln mit abwechselnden Lagen von Birkenholz aufgeschichtet und durchröstet. Sodann gehen sie nach den Eisenwerken von Simsk, Nikolaiewsk, Kataw-Iwanowsk, Jurézan und Satkinsk, die alle ihre eigenen Grubenantheile besitzen. In den 90er Jahren wurden im Bakaler Kron-Revier jährlich mehr als 100000 t Erz producirt und in den anderen Revieren etwa die gleiche Menge. Der allein zum Kronbesitz gehörige noch vorhandene Vorrath, soweit er durch Tagebaue gewinnbar ist, wird auf 6 Millionen t geschätzt, in den anderen Revieren auf etwa 20 Millionen t.

4. Die Rotheisenerzlagerstätten im Devon von Cumberland[1]).

In Cumberland und im Forest of Dean fanden sich im Kalkstein des Unteren Kohlenkalk zahlreiche Rotheisenerzlagerstätten,

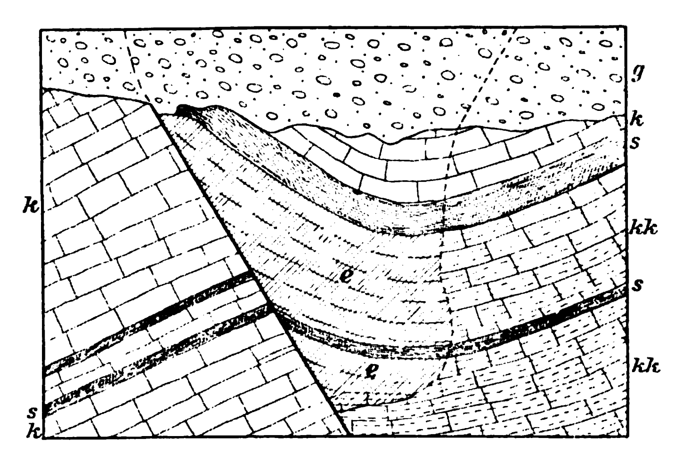


Fig. 217. *Profil durch das Rotheisenerzlager von Crossfield* nach Kendall.

g Geschiebelehm, *k* Kalkstein, *kk* stark kieseliger Kalkstein, *s* Schiefer, *e* Rotheisenerz.

die oft sehr deutlich an Verwerfungsspalten geknüpft sind. Von diesen aus scheinen die eisenhaltigen Lösungen, die den Kalkstein metaso-

[1]) Litteratur: J. D. Kendall. *The iron ores of Great Britain.* 1893. — W. W. Smyth. *The iron ores of Great Britain.* Mem. of the Geolog. Surv. 1856. part 1. - Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 176, 247.

matisch durch Eisenerz verdrängen liessen, ins Nebengestein eingedrungen zu sein. Zuweilen finden sich im Erz carbonische Brachyopoden und Korallen, die theilweise in Hämatit umgewandelt sind, desgleichen sind Pseudomorphosen von Hämatit nach Calcit bekannt geworden. Sehr gut werden diese Vorgänge besonders dort verständlich, wo dünne Zwischenlagen von Schiefer im Kalkstein aus diesem auch in die anstossenden Erzstöcke hinein sich forterstrecken, ohne eine Verbiegung oder Unterbrechung zu erleiden (Fig. 217). Hier sieht man recht deutlich, wie nicht etwa freie Hohlräume vom Erz in Besitz genommen wurden, sondern Molecül für Molecül des Kalkcarbonates gelöst und durch Erz ersetzt worden ist. Wahrscheinlich waren alle diese Hämatite auch hier ursprünglich Spatheisensteine und sind erst durch atmosphärische Sickerwässer weiter umgewandelt worden.

5. Die Eisenerzlagerstätten im Zechsteindolomit der Gegend von Schmalkalden.

Die Spath- und Brauneisenerzlagerstätten der Stahlberger und Klinger Störung bei Schmalkalden[1]) im Thüringer Wald, die am Stahlberg und an der Mommel, sowie an der Klinge abgebaut werden, sind aus Plattendolomiten des Zechsteines hervorgegangen. Auf den genannten Verwerfungsspalten circulirten Wasser mit einem Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul, wie noch heute die Quelle von Liebenstein auf der Stahlberger Störung hervorbricht. Sie tauschten metasomatisch ihr $FeCO_3$ gegen $CaCO_3$ und $MgCO_3$ des angrenzenden Dolomites ein. Die Eisenerze zeichnen sich durch hohen Mangangehalt und das Fehlen von Phosphorsäure aus. Neben jenen Störungen treten auch Fluss- und Schwerspathgänge auf.

6. Die Amberger Eisenerzlagerstätten.

Durch die Arbeiten von E. Kohler[2]) sind jetzt auch die früher von Gümbel[3]) für cretaceische Sedimente gehaltenen Amberger Eisenerze als metasomatische Bildungen erwiesen, wesentlich entstanden durch Verdrängung oberjurassischer Kalke und Dolomite.

[1]) H. Mentzel. *Lagerstätten der Stahlberger und Klinger Störung.* Z. f. pr. G., 1898, S. 273 (mit 3 Profilen). Siehe auch Bücking. *Gebirgsstörungen südwestlich vom Thüringer Wald.* Jahrb. d. preuss. geol. Landest. 1882.

[2]) E. Kohler. *Die Amberger Erzlagerstätten.* Geogn. Jahreshefte, München, 1902, S. 1—50. Mit vollst. Litteraturverz.

[3]) v. Gümbel. Sitzb. d. math.-phys. Cl. d. k. bayr. Ak. d. W. München, 1893, Bd. 13. H. 3. S. 293—320.

Die schon seit 930 n. Chr. in Abbau begriffenen Lagerstätten setzen nach E. Kohler „auf den nach NW. streichenden Verwerfungslinien auf, die in der Richtung, zum Theil sogar in der unmittelbaren Fortsetzung des Pfahls den Osten der fränkischen Alb durchziehen". Die Erzmassen des Amberger Erzberges haben sich dort gebildet, wo jene gewaltige Störungslinie von einer Querverwerfung gekreuzt wird. Sie bestehen aus einer Gruppe grösserer und kleinerer Nester und Linsen inmitten von Letten und Sand und stellen in ihrer Gesammtheit einen höchst unregelmässigen, steil nach S. einfallenden Stock dar. Die Erze sind vorwiegend Brauneisenerz, zum Theil auch ein zuckerkörniger Spatheisenstein. Mineralogisch interessant sind schöne Drusen von Vivianit als seltene Neubildungen. Der ganze Erz- und Lettenstock lehnt sich an die stark gefalteten und zerrütteten Gesteine verschiedener Jurastufen an und wird, wie jene, discordant von der Kreide überlagert. Die Verdrängung des oberjurassischen Dolomites durch den Spatheisenstein ist durch Uebergänge zwischen beiden deutlich gemacht.

Weiter nach NW. zu bauen die Gruben vom Arzberg und am Etzmannsberg. Hier sind wiederum längs eines Verwerfungskreuzes Doggeroolithe, Malmkalke und Dolomite durch einen Erzkörper verdrängt worden. Aehnlich ist die Erzlinse der weiter westlich gelegenen Maximilianshütte an Malmkalke gebunden.

An eine zweite Hauptverwerfung, die Vilseck-Auerbacher Linie sind die Eisenerzlagerstätten der Luitpoldzeche bei Gross-Schönbrunn und der Leoniezeche bei Auerbach gebunden. Die Erze sitzen hier zwischen den unteren Doggerschichten und den in dies Niveau herabgezogenen Dolomiten des Malm. Sie bestehen auch hier theilweise aus Spatheisenstein, in dessen Structur diejenige des Dolomites sich wiederspiegelt.

7. Die Eisenerzlagerstätten in der unteren Kreide von Bilbao.

Die Eisenerzlagerstätten der Gegend von Bilbao an der Bay von Biscaya in Spanien sind wohl das grossartigste und ökonomisch wichtigste Beispiel für metasomatische Eisenerze dieser Kategorie.

Bilbao liegt am Nervionfluss, der bis 14 km von der Hafenstadt Portugalete aufwärts schiffbar ist. Die Eisenerzgruben finden sich in einer etwa 5 km breiten und 20 km langen WNW. streichenden Zone nahe im SW. von der genannten schiffbaren Wasserstrasse, bei Bilbao selbst auch auf deren NO.-Seite. Die wichtigsten Betriebspunkte sind der Reihe nach, wenn man im W. beginnt, Sommorostro, Galdames, Triano, Mora, Orconera, Miravilla, El Morro und Ollargan.

Sämmtliche Lagerstätten liegen nach D. R. A. de Yarza[1]) im Gebiet der Unteren Kreideformation und sind an dickbankige Kalksteine der Urgo-Aptien-Stufe gebunden, die von glimmerreichen Sandsteinen unterlagert und häufig von mergeligen Kalksteinen desselben Alters überdeckt werden. Die Erze bilden sehr unregelmässige Körper inmitten des Kalksteins, ersetzen ihn local auch gänzlich bis auf einzelne noch nicht vererzte Schollen, wie aus dem nebenstehenden Profil in Fig. 218 hervorgeht. Zuweilen findet sich das Erz nur längs Klüften, steht überhaupt in sichtlicher Abhängigkeit von den Verwerfungsspalten, die das meist zu flachen Falten aufgestaute Kreidegebirge durchsetzen. Eruptivgesteine sind im Erzrevier selbst nicht bekannt. Eine Zone ophitischer Massen zieht erst weiter nordöstlich vorüber.

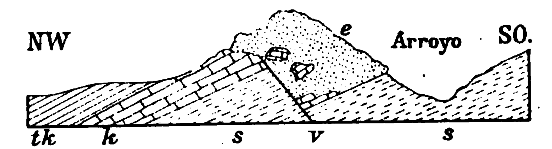


Fig. 218. *Querprofil durch die Grube Confianza* nach De Yarza.
tk thonige Kalksteine, *k* Kalksteine, *s* Sandsteine, *v* Verwerfungsspalte, *e* Eisenerz.

Die Erze werden dort in verschiedene Gruppen getheilt:

1. Vena, ein weiches, mulmiges, purpurrothes Rotheisenerz;
2. Campanil, ein fester, krystalliner, oft von Kalkspathrhomboëdern begleiteter, jetzt fast erschöpfter Rotheisenstein;
3. Rubio, ein Brauneisenerz mit kieseligen Beimengungen;
4. Hierro espatico, Spatheisenstein.

Im folgenden geben wir für jede dieser Gruppen die Grenzwerthe von je 5—6 charakteristischen Analysen nach den Zusammenstellungen von De Yarza:

	Vana	Campanil	Rubio	H. espatico
FeO	—	—	—	40,32—54,19
Fe_2O_3	70,12—91,70	69,51—84,01	69,93—83,75	1,71—18,49
SiO_2	1,05—7,19	3,20—6,60	2,50—14,20	0,27—5,95
Al_2O_3	0,65—1,53	2,14—,380	0,20—3,20	0,17—1,05
Mn_2O_3	0,70—2,24	1,90 - 5,80	0,78—2,45	0,80—1,18
CaO	0,13—9,27	0,40—4,60	0,50—2,23	2,10—3,70
MgO	Spur—0,46	0,54—1,25	Spur—0,94	0,15—0,69
S	Spur—0,07	Spur—0,02	Spur—0,13	0,04—0,17
P	Spur—0,02	Spur—0,01	Spur—0,94	—
H_2O, CO_2 etc.	3,81—19,44	6,30—17,10	3,23—14,67	26,00—37,90
Fe	49,10—64,20	48,65—58,80	48,85—58,80	42,00—48,80

[1]) D. Ramón Adán de Yarza. *Descripción Física y Geológica de la provincia de Vizcaya*. Madrid 1892. (Mit vielen Karten und Profilen) in den Mem. de

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass ursprünglich alle Erze von Bilbao als Spatheisenstein sich gebildet haben. Mit dem Sprichworte „La caliza es la madre del mineral" sprechen die dortigen Bergleute den genetischen Zusammenhang zwischen Kalkstein und Erz aus. Die Herkunft der eisenreichen Lösungen dagegen bleibt noch unsicher.

Die Mächtigkeit der Erzkörper ist zum Theil eine sehr bedeutende, stellenweise, z. B. am Hauptlager von Triano, steigt sie bis 30 m an.

Die Production der gesammten Eisenerzreviere bei Bilbao war von 1881—1895 von 2800075—4651711 t gestiegen. Im Jahre 1896 wurden von Bilbao allein nach Deutschland ca. ½ Million t exportirt[1]).

8. Die Manganerzlagerstätten in Nassau, im Kreise Wetzlar in Hessen und am Hunsrück[2]).

In den genannten Gegenden zeigt sich die Oberfläche des mitteldevonischen Stringocephalenkalkes unter der Diluvial- oder Alluvialdecke sehr gewöhnlich vom atmosphärischen Wasser in höchst unregelmässiger Weise angenagt. Tiefe schluchtartige Einschnitte, Kessel und Schlote oder flachere Rinnen und Mulden wechseln mit schroffen Kämmen und zackigen Hörnern oder breiteren Rücken und Hügeln. Der Kalkstein ist nahe seiner Oberfläche zugleich vielfach dolomitisirt. Ueber dem Dolomit, allen jenen mannigfachen Formen des Reliefs

---

la Com. del Mapa Geol. de Espagna. — M. S. Czyszkowski. *Explor. Géolog. de la région ferrifère de Bilbao-Sommorostro.* Alais 1879.

[1]) Vergl. auch H. Wedding. *Die Eisenerze an der Nordküste von Spanien in den Provinzen Vizcaya und Santander.* Verh. d. Ver. f. Gewerbfl. Berlin 1896. S. 293—321 und das Referat in der Z. f. pr. G., 1897, S. 254. — W. Gill. *The present position of the iron ore industries of Biscay and Santander.* Journ. of the Iron und Steel Inst. Vol. L, 2, 1897, p. 93—100.

[2]) A. v. Klipstein. *Ueber die Dolomite der Lahngegenden und das Vork. von Manganerzen.* v. Dechen's Archiv f. Min., 17. Bd., 1843. — C. Zerenner. *Die Braunstein- oder Manganerz-Bergbaue in Deutschland etc.* Freiberg 1861. — O. Hahn. *Geogn. Beschr. des Districtes der Lindner Mark etc.* Z. d. D. G. G., Bd. 15, 1863, S. 249. — W. Riemann. *Das Vorkommen etc. des Braunsteins im Kreise Wetzlar.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W im preuss. St., Bd. 10, 1862, S. 2—12. — Derselbe. *Eisen- und Manganerze in Nassau.* Z. f. pr. G., 1894, S. 50—57. — A. Buchrucker. *Das Manganerz-Vork. am Hunsrück.* Jahrb. d. preuss. geol. Landesanst., 1895, 16. Bd., S. 1—9. — F. Beyschlag. *Das Manganerzvorkommen der „Lindner Mark" bei Giessen in Oberhessen.* Z. f. pr. G., 1898. S. 94—96. — R. Delkeskamp. *Schwerspatvorkommnisse in der Wetterau und in Rheinhessen und ihre Entstehung zumal in den Manganerzlagerstätten.* Notizbl. d. V. f. Erdk. Darmstadt, IV. Folge, 21. H., 1901, S. 47—83. — Derselbe. *Hessische und nassauische Manganerzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1901, S. 356—365 (mit viel Litteraturangaben). — Bellinger. *Bemerk. über Niedertiefenbach etc.* Z. f. pr. G. 1903, S. 68—70.

folgend und sich anschmiegend, nicht nur die Tiefen ausfüllend, sondern auch über die Erhöhungen hinwegziehend, lagert ein Manganerz führendes Eluvialgebilde. Zuunterst besteht es gewöhnlich, wie aus dem Profil in Fig. 219 hervorgeht, aus einem bis 2 m mächtigen fetten, hellgelben oder röthlichen Letten. Dann folgt nach oben hin ein gewöhnlich mulmiges, seltener stufiges, manganreiches Brauneisenerz mit Nestern und Butzen von reinem Manganerz. Diese mulmigen Erze werden häufig von braungefärbten Thonen ersetzt. Bedeckt wird das Ganze von lichtrosa gefärbten Thonen, sowie diluvialen Granden, Sanden und Lehmen. Die Mächtigkeit der eigentlichen Manganerzlagermasse steigt bis 6, ja ausnahmsweise bis 12 m an. Die in dem manganhaltigen Brauneisenerz eingeschlossenen festeren Nester von eigentlichem Manganerz bestehen aus Psilomelan, Manganit, Pyrolusit, Polianit und Wad. In ihrem Inneren gewahrt man nicht selten Hohlräume mit nierigen, traubenförmigen und stalaktitischen Bildungen oder mit Kryställchen

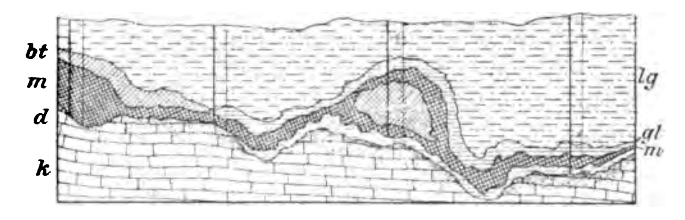


Fig. 219. *Profil der Grube Braune Liesel bei Nieder-Girmes* nach Riemann.

k Kalkstein, *d* Dolomit, *gl* gelber Letten, *m* manganreiches Brauneisenerz, *bt* brauner Thon. *lg* Letten mit Geschieben.

von Manganit und Pyrolusit. Endlich kommen in diesen Erzen zuweilen Barytknollen vor, die Krystalldrusen umschliessen. Versteinerungen des Stringocephalenkalkes, die in Manganerz umgewandelt sind, deuten an, dass metasomatische Vorgänge hier mit wirksam waren, und nicht lediglich Hohlräume ausgefüllt, sondern auch Kalk- und Dolomitsubstanz direct verdrängt worden sind. Es ist wohl anzunehmen, dass die devonischen Kalksteine schon ursprünglich einen Mangangehalt besassen, der genügend gross war, um in langen Perioden der oberflächlichen Auflösung des Gesteins gleich den thonigen Rückständen und dem Eisenoxydhydrat sich zu diesen Manganerzen zu concentriren. F. Beyschlag hält bei dem Giessener Vorkommniss die Thone für Producte der säcularen Verwitterung von Thonschiefern oder anderen oberdevonischen Gesteinen und denkt an eine Zufuhr der Eisen- und Manganlösungen von anderswoher vermittelst oberflächlich

fliessender Gewässer. In dem von Kalkstein gebildeten Bette dieser Gewässer habe sich dann ein Austausch zwischen dem Kalk und den Eisen- und Manganverbindungen vollzogen.

Die hangenden mächtigen Thone hält auch Delkeskamp für jüngere Bildungen wohl pliocänen Alters, deren Entstehung mit derjenigen der Manganerze nicht zusammenfällt.

Früher wurden die festen Manganerze durch eine nasse Aufbereitung von den armen Mulmen geschieden und gesondert für die Chlorbereitung in den Handel gebracht. Seit den 70er Jahren indessen werden die gesammten manganhaltigen Brauneisenerze gefördert und beim Eisenhüttenbetrieb vorzüglich als Zuschlag zu den lothringisch-luxemburgischen Minetten verwandt. Wichtige Betriebspunkte waren und sind z. Th. noch im Nassauischen die Gruben bei Limburg, bei Niedertiefenbach und im Elsterbachthale, im Kreise Wetzlar die Gruben bei Braunfels an der Lahn, z. B. Grube Weidenstamm, und die Gruben längs der rechten Lahnseite bei Wetzlar, z. B. Braune Liesel bei Nieder-Girmes, bei Giessen in der Lindner Mark und am Hunsrück zwischen Bingerbrück und Stromberg. Im Jahre 1900 wurden im Bergrevier Weilburg 2430 t, auf der Grube Cons. Schlossberg im Regierungsbezirk Wiesbaden 3460 t, im ganzen Oberbergamtsbezirk Bonn 57954 t Manganerze dieser Art erzeugt.

Ganz dieselben Manganerzlagerstätten wiederholen sich auf dem Zechsteindolomit am Morsberg bei Vierstöck, bei Erzbach, Rohrbach, Bockenrod und Waldmichelbach am Odenwald[1]. Der Gehalt des Dolomites an Mangan- und Eisencarbonat, sowie auch das Mitvorkommen von Manganspath neben Pyrolusit, Psilomelan und Brauneisenerz spricht auch hier dafür, dass die Erze Verwitterungsproducte des Dolomites darstellen.

Anhangsweise mögen die ganz analogen Manganerzlagerstätten am Monte Argentario an der Südküste Toscanas erwähnt werden, die ebenfalls der zerfressenen Oberfläche eines Kalksteines aufruhen[2].

9. Die Manganerzlagerstätten von Las Cabesses in den französischen Pyrenäen.

Die Manganerzlagerstätten von Las Cabesses und Umgebung liegen im Département de l'Ariège zwischen den Thälern des Salat und des Ariège und sind an oberdevonische bunt geflammte Kalksteine, Griottes genannt, gebunden, die auf beiden Seiten des Gebirges grosse Ver-

[1] C. Chelius. *Erl. zur geol. Karte v. Hessen.* Blatt Brensbach (1897). — G. Klemm. Blatt Erbach.

[2] A. v. Groddeck. *Lagerstätten.* S. 258.

breitung haben. Diese Kalksteine werden nach F. Klockmann[1]) von schwarzen Schiefern des Unteren Culm überlagert und von oberdevonischen Schiefern unterteuft. Ihrem Materiale nach bestehen die Lagerstätten im Ausgehenden aus Manganoxyden, schon in geringer Tiefe dagegen aus ziemlich reinen Mangancarbonaten mit nur wenig Kieselsäure und bloss Spuren von Phosphor. Als durchschnittliche Zusammensetzung ergab sich dem genannten Autor aus zahlreichen Betriebsanalysen das folgende Mittel:

Mn	40 —42 Proc.	CaO	6 Proc.
Fe	1,5 — 2 „	SiO_2	6—7 „
P	0,04—0,05 Proc.		

Die Erze sind compact und ihrem Aussehen nach nur schwer von der umgebenden Griotte zu unterscheiden. In dieser bilden sie höchst unregelmässige Stöcke und Schläuche. Das zur Zeit bei Las Cabesses selbst bebaute Erzmittel besteht in oberen Teufen aus zwei Säulen mit einem Querschnitt von 50 m Länge und 12—15 m Breite. In grösserer Tiefe vereinigen sich diese beiden Säulen zu einem einzigen Stock. Diese Erzmittel begleiten als Hangendes eine steil nach Süd einfallende, mit schwarzem Gangthonschiefer ausgefüllte Ueberschiebungskluft und werden in der Tiefe durch eine zweite, flach nach Süd einfallende, streichende Verwerfung abgeschnitten. Ausserdem werden die Erzmassen von zahlreichen Querbrüchen durchsetzt. Diese letzteren sind nach Vital[2]) die Zufuhrkanäle der manganhaltigen Lösungen, die nach ihm eine metasomatische Verdrängung des Kalksteines durch Mangancarbonat veranlasst haben. Im Gegensatz hierzu hält F. Klockmann eine Concentration eines in dem ehemaligen Kalkschlamm primär anwesenden Mangangehaltes schon während der Sedimentation der Griotte für wahrscheinlich. Für diese Deutung scheinen uns die von ihm eingehend beschriebene Form und Anordnung der Erzmittel und ihre Beziehungen zu den angeführten Klüften nicht zu sprechen.

Hierzu sei bemerkt, dass in den Pyrenäen ausserdem noch concordant zwischen devonische Schiefer oder am Contact mit Kalksteinen eingelagerte Manganerzlagerstätten sich finden, besonders zwischen der Vallée d'Aure und der Vallée d'Aran. Diese Lager bestehen aus Manganoxyden, die nach der Tiefe in Rhodonit und Friedelit übergehen, sie müssen daher wohl mit den S. 116 beschriebenen Vorkommnissen vereint werden.

[1]) F. Klockmann. *Montangeologische Reiseskizzen.* Z. f. pr. G. 1900. S. 265—275.

[2]) Nach einem Bericht, referirt bei Klockmann.

b) Epigenetische Erzstöcke der Zinnerzformation.

1. Zinnstein in einem unterliasischen Kalkstein der Campiglia.

Eine der merkwürdigsten Zinnsteinlagerstätten, die erst neuerdings wieder aufgefunden wurde, aber schon den Bewohnern der uralten Stadt Populonia bekannt war, findet sich an dem südlichsten Ausläufer des Gebirges von Campiglia, Monte Valerio[1]) genannt. In einem von B. Lotti[2]) zum Unter-Lias gestellten Kalkstein baut man Brauneisenstein ab, der bei den Cento Camerelle und an der Cavina Partien von Zinnstein umschliesst. Dieser letztere wurde später auch in reinem Kalke entdeckt.

A. Bergeat[3]) fand die zinnerzführenden Brauneisenerze ausser in unregelmässigen, vielfach verzweigten Stöcken im Kalkstein auch in Form eines Ganges im nahen Posidonienschiefer und erkannte in dem Erze neben Spuren von Malachit auch Zinnstein einschliessenden Pyrit und Pseudomorphosen nach solchen. In Drusenräumen des Erzes bildet der Zinnstein Kryställchen (∞P, P, P∞, ∞P∞, Zwillinge nach P∞) von säuligem Habitus. Wie dieser Autor bemerkt, gehört das Vorkommen nicht in die eigentliche Zinnerzformation, sondern zu den von uns S. 229 beschriebenen Uebergangsgebilden.

Erst 2 $^1/_2$ km entfernt kennt man nach B. Lotti eine Kuppe postliasischen Turmalingranites, deren unterirdische Fortsetzung bis in jene Gegend nicht ganz ausgeschlossen ist.

Jedenfalls gehört dieses Zinnsteinvorkommen in die Gruppe der metasomatischen Lagerstätten, denn der Zinnstein hat hier ohne Zweifel den Kalkstein verdrängt.

2. Wolframerze in einem krystallinen Kalkstein in Connecticut.

Bei Long Hill im Trumbull Kirchspiel unweit von Bridgeport in Connecticut war schon Shepard und Percival[4]) eine merkwürdige

---

[1]) G. vom Rath in Sitzungsber. d. Niederrh. Ges. f. Natur- und Heilk. 5. März 1877. Siehe auch Z. f. pr. G., 1894, S. 324—326. — Fr. Blanchard. *Sulla scoperta della cassiterite a Campiglia.* (Boll. geol. 1876. n. 1 e 2.)

[2]) B. Lotti. *Sulla genesi dei giacimenti metalliferi di Campiglia Marittima.* Boll. del R. Comit. geol., 1900, n. 4, 1—11.

[3]) A. Bergeat. *Beiträge zur K. d. Erzlagerstätten von Campiglia Marittima.* N. J. f. M., 1901, Bd. 1, S. 135—156.

[4]) E. U. Shepard and J. G. Percival. *Report on the Geolog. Surv. of Connecticut.* 1837—1842.

Lagerstätte von Wolframerzen bekannt, die später von A. Gurlt[1]) genauer beschrieben worden ist. Die Wolframerze haben hier krystallinen Kalkstein verdrängt und stehen in engstem genetischem Zusammenhang mit Gängen der Zinnerzformation.

Ein jüngerer metamorpher Hornblendegneiss umschliesst ein Lager von krystallinem Kalkstein von 10—15 m Mächtigkeit. Beide werden durchsetzt 1. von einem 1,8 m mächtigen Quarzgang, 2. einem 1 m mächtigen Topasgang mit einem beiderseitigen Salband von violettem Flussspath, Quarz, Blende und Glimmer (Margarodit), sowie mit etwas Wolframit, 3. von einem Feldspathgang (Albit mit etwas Beryll und Blende). An der Grenzfläche zwischen dem unteren Gneiss und dem Kalkstein enthält der letztere im Bereiche jener Gänge ein 1—1,5 m mächtiges Lager von Scheelit, Wolframit und Wolframocker mit Quarz als Lagerart, sowie auch mit Pyrit, Epidot, Calcit und Glimmer. Der Wolframit kommt hierbei ausschliesslich als Pseudomorphose nach Scheelit vor. Zunächst war also nur wolframsaurer Kalk gebildet worden.

Grössere ökonomische Bedeutung hat das Vorkommen in den letzten Jahren nicht erhalten.

8. Wolframerze in einem cambrischen Dolomit.

Nach J. D. Irving[2]) haben sich in der Gegend von Lead City in den Black Hills von Dakota innerhalb derselben Dolomiteinlagerungen des cambrischen Sandsteines, deren Golderzführung weiter unten beschrieben werden wird, auch körnig-krystalline Aggregate von Wolframit angesiedelt. Sie bilden grössere flache Erzkörper, die auch etwas Quarz, Baryt und Scheelit enthalten. Wolfram führende Gänge sind in jenem Gebirge bekannt, jedoch bis jetzt nur weit abseits in den Nigger Hill und Etta Zinnrevieren.

c) Epigenetische Erzstöcke der Kupfererzformation.

Die Copper Queen-Kupfererzlagerstätten in Arizona.

Diese Lagerstätten[3]) gehören dem carbonischen Kalkstein der Südostecke von Arizona an. Sie liegen unweit der mexicanischen Grenze am Osthange der Mule Pass-Kette z. Th. nahe an einem Streifen von Rhyolith, der hier an den Kalkstein stösst, z. Th. jedoch 100 und mehr Meter vom eigentlichen Contact entfernt. Die in Abbau genommenen

[1]) A. Gurlt. *On a remarkable deposit of wolfram-ore in the U. S.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. Vol. XXII. 1894. p. 236.

[2]) J. D. Irving. *Wolframite in the Black Hills of South Dakota.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng. 1901.

[3]) J. Douglas. Trans. Am. Inst. of Min. Eng., Febr. 1899.

Erze sind hauptsächlich Rothkupfererz, Malachit und Lasur, zum Theil auch gediegen Kupfer, die mit Manganerz und Brauneisenerz in einer an Eisen und Mangan reichen thonigen Masse Nieren, Nester oder mächtige Stöcke bilden. Diese Erz führenden Thone stellen entweder sehr mächtige und ganz unregelmässig gestaltete Massen inmitten des Kalksteins dar oder sind ihm stellenweise aufgelagert.

An einigen Stellen zeigen grössere Erzmassen einen aus Sulfiden und zwar aus kupferarmem Eisenkies bestehenden Kern, um den herum zunächst die reichen oxydischen Kupfererze, dann erzarme Thone gelagert sind. Auch wird berichtet, dass der umgebende Kalkstein fein eingesprengte Körnchen von Eisenkies und Kupferkies enthält. Aus derartigen Sulfiden scheinen auch die oxydischen Kupfererze hervorgegangen zu sein, während die Thone als Auslaugungsrückstände gelten müssen.

Die oxydischen Kupfererze finden sich übrigens auch auf dem Boden von Höhlungen, an deren Decke Kupfererz führende Kalkspathstalaktiten beobachtet wurden.

Ein zweites hierher gehöriges Beispiel bildet die Kupfererzlagerstätte von Ste. Genovieve in Missouri[1]).

d) Epigenetische Erzstöcke der Silber-, Blei-, sowie der Zinkerzformation.

Metasomatische Erzlagerstätten dieser Art zum Theil in Verbindung mit echten Höhlenfüllungen kommen in kalkigen Gesteinen sehr verschiedener Formationen vor. Im folgenden finden sich ausführlicher beschrieben die nachstehenden Erzdistricte:

1. Laurion	im krystallinen Schiefergebirge.
2. Eureka	im Cambrium.
3. Monteponi 4. Mississippi-Thal 5. Missouri	im Silur.
6. Iserlohn 7. Aachen 8. Picos de Europa 9. England 10. Leadville 11. Aspen	im Carbon.

[1]) F. Nicholson. *A Review of the Ste. Genovieve Copper Deposit.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. X. Bd. 1882. p. 444.

12. Oberschlesien	in der Trias.
13. Wiesloch	
14. Raibl	
15. Bleiberg	
16. Mapimi	in der Kreide.

1. Die Erzlagerstätten von Laurion [1]).

Das laurische Bergland mit seinen zahlreichen Erzlagerstätten liegt im äussersten Südosten von Attika. Nach R. Lepsius besteht das dortige krystalline Grundgebirge aus dem unteren Marmor, darüber den Kaesariani-Glimmerschiefern und dem blaugrauen, dünnschichtigen oberen Marmor. Discordant ist endlich die Kreideformation aufgelagert, die zuunterst aus dem unteren Kreidekalkstein, dem sog. Eisenkalk, zuoberst aus den grünen Athener Kreideschiefern und Mergeln sich zusammensetzt (man vergl. das Profil in Fig. 220, S. 560). Der untere Marmor, derselbe, in dem die berühmten Marmorbrüche des Pentelikon angesetzt sind, tritt bei Laurion nur in den tiefsten Thaleinschnitten zu Tage, bildet aber das hauptsächlichste Nebengestein in den bergmännischen Tiefbauen von Kamaresa. Charakteristisch für das Gebiet sind die sehr zahlreichen Durchbrüche von Gabbros, die mehr oder minder stark serpentinisirt sind. Zu diesen gesellt sich bei Plaka ein kleiner Granitstock, dessen Apophysen bis in die Kreidemergel hinauf dringen. Um diesen Granit herum zieht eine Contactzone, innerhalb welcher die Kaesariani-Glimmerschiefer sich in ein Augit-Epidot-Granatgestein umgewandelt zeigen.

Sowohl das krystalline Grundgebirge, wie die aufgelagerten Kreideschichten sind nach Lepsius „im laurischen Bergland zu einer Falte aufgebogen, deren Sattelachse in gerader Richtung durch das ganze Erzrevier vom Südstrande bei Legrana in NNO, über Kamaresa, die

[1]) Wichtigste Litteratur: A. Cordella. *Le Laurium.* Marseille 1871. — Derselbe. *Mineralogisch-geologische Reiseskizzen aus Griechenland.* Leipzig 1883. — R. Nasse. *Mittheilungen über die Geologie von Laurion und den dortigen Bergbau.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St., 21 Bd., 1873, S. 12—22. Profile auf Taf. III. — B. Simonet. *Laurium.* Bull. de la Soc. de l'industrie minérale. St. Etienne 1883. II. sér. 12. Bd. S. 641 ff. — R. Lepsius. *Geologie von Attika.* Berlin 1893. S. 63 ff. — J. J. Binder. *Laurion. Die attischen Bergwerke im Alterthum.* Laibach, 1895. — M. F. *Die geologischen Verhältnisse der laurischen Erzlagerstätten.* Z. f. pr. G., 1896, S. 153. Giebt ein vollständiges Litteraturverzeichniss. — A. Κορδέλλα. Ὁ μεταλλεύτικος πλοῦτος τῆς Ἑλλάδος. Ἐν Ἀθήναις. 1902. — C. v. Ernst. *Ueber den Bergbau im Laurion.* Mit 8 Textbildern. Jahrb. d. k. k. Bergak., Wien 1902, S. 447—501.

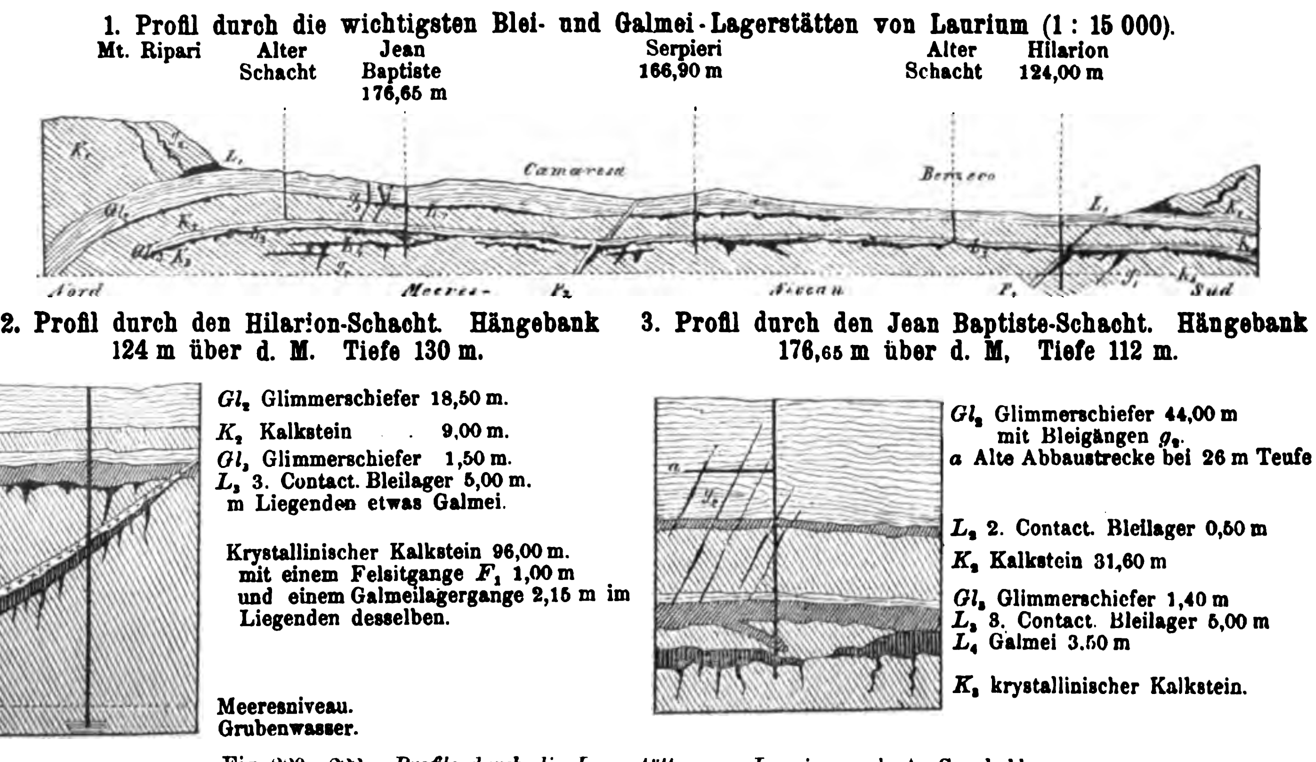


Fig. 220—222. *Profile durch die Lagerstätten von Laurion* nach A. Cordella.

Rimbari-Bergkette und über den Pass von Plaka bis an die Nordostküste nach Daskalio-Niki verläuft; in diesem Sattel befinden sich die Hauptlagerstätten der Erze und der Granit von Plaka." Die Schichten des Ostflügels fallen ganz regelmässig sehr flach in OSO. ein, der Westflügel dagegen hat grosse Störungen erlitten. In den Tiefbauten unter Kamaresa, in den Serpieri- und Hilarion-Schächten, fallen die Schichten dieses Westflügels mit 50° in WNW. ein.

Für die Erzlagerstätten gewinnt im genannten Grubengebiet eine Marmorbank Bedeutung, die dort dem unteren Horizonte der Kaesariani-Schiefer eingeschaltet ist und sich nach W. zu auskeilt.

Die Erzlagerstätten bestehen nach A. Cordella 1. aus echten Gängen, 2. aus unregelmässigen oft lagerartigen Stöcken.

Die Erzgänge wurden von den alten Griechen von den Thälern von Kamaresa und Sinterni aus abgebaut. Sie setzen im Glimmerschiefer oder im Marmor auf, streichen der erwähnten Sattelachse annähernd parallel und fallen unter 70—80° nach W. Ihre Füllung bestand, wie man sich noch überzeugen kann, aus silberhaltigem Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies, Zinkblende, Flussspath, Kalkspath, Quarz, gelbem Gangletten und einigen secundären Mineralien. Ihre Mächtigkeit ist unbedeutend.

Die stockförmigen Lagerstätten finden sich immer an den Grenzen von Marmor oder Kalkstein mit den Schiefern. Man unterscheidet dort drei sog. „Contacte":

1. Oberster	Athener Kreideschiefer. Unterer Kreidekalkstein (Eisenkalk).
2. Zweiter	Oberer Marmor. Kaesariani-Glimmerschiefer.
3. Unterster	Kaesariani-Glimmerschiefer. Unterer Marmor.

Auch die dem unteren Horizonte der Glimmerschiefer zwischengelagerte Marmorbank des Grubengebietes führt an ihrem „Contact" Erzmassen.

Das Erzmaterial an den verschiedenen Contacten ist nicht gleichartig. Im obersten liegen lediglich manganreiche Brauneisenerze mit nur sehr wenig silberhaltigem Bleiglanz und ohne zinkische Erze vor. Der 2. und 3. Contact umfassen in der Hauptsache Zinkblende und Galmeilagerstätten, die aus Zinkblende, Galmei, daneben auch aus silberhaltigem Bleiglanz, Cerussit, oxydischen Kupfererzen, Eisenkies, Rotheisenerz, Spatheisenerz, Kalkspath, Quarz und zuweilen auch Fluss-

spath bestehen und sonach ganz analog wie die Gänge zusammengesetzt sind. Von den unregelmässigen Erzkörpern an den Contacten aus setzen Trümer und zuweilen recht bedeutende stehende, nach unten zu sich verjüngende Stöcke, sog. griffons (Krallen), in den unteren Marmor hinein, wie aus den Profilen Fig. 221 und Fig. 222 hervorgeht, die wir der Darstellung von Cordella entnahmen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Infiltration der laurischen Gesteine mit erzabsetzenden Lösungen von unten her zu denken ist. Da die Lagerstätten in der Nachbarschaft des Granites von Plaka am reichsten sind, dürfte ihre Genesis nach R. Lepsius u. a. mit dessen Intrusion in Zusammenhang stehen. Die Ausscheidung der Erze erfolgte in der Hauptsache durch metasomatische Verdrängung des Marmors und besonders an solchen Stellen, wo der überlagernde Schiefer die Lösungen staute, sodass der Umtausch zwischen dem kohlensauren Kalk und den Erzen sich hauptsächlich in der Nähe der Gesteinsgrenzen abspielen musste. Secundär wurden dann später die geschwefelten Zinkerze in Galmei umgewandelt.

Die uralten Bergbaue der Athener befanden sich namentlich in der Umgebung von Ergastiria und Thoriko (Porto Mandri), wo mächtige Ansammlungen von alten Bleischlacken und ausgedehnte alte Grubenhalden (Ekvoladen) Zeugniss davon ablegen. Die Bergstadt Thoriko bestand schon zu Theseus Zeit und wurde im 24. Jahre des Peloponnesischen Krieges befestigt. Nach der Sage waren die laurischen Erze schon in dem heroischen Zeitalter bekannt. Ein Mythus lässt den Helis, einen Sohn des Ozeans, das Gold, den Erichtonius, einen Sohn Vulkans, das Silber entdecken. Nach Cordella hatten die Alten innerhalb von 300 Jahren im laurischen Revier 2100084 t Werkblei mit einem Silbergehalte von 8400000 kg erzeugt. In der neuesten Zeit wurden namentlich auch die Schlacken und das Haldenmaterial einer neuen Verarbeitung unterzogen, und neben den Bleierzen vor allem die von den Athenern nicht beachteten Galmeierze in Abbau genommen. Im Jahre 1898 wurden zu Laurion 30650 t Galmeierze gefördert.

2. Die Silber-Bleierzlagerstätten von Eureka in Nevada[1]).

Die Gruben von Eureka und einige andere sog. „Chamber Mines" des westlichen Nordamerika, wie Richmond in Nevada, Emma, Flagstaff und Kessler Cave in Utah, die sämmtlich auf Silber-Bleierz-

[1]) Wichtigste Litteratur: R. W. Raymond. *The Eureka-Richmond case* (bergrechtliche Frage). Transact. Am. Inst. Min. Eng. VI. 1877. p. 371. — J. S. Newberry. *The Origin and Classification of Ore Deposits.* School of Mines Quarterly March 1880. New York. — J. S. Curtis. *Silver-Lead Ore Deposits of Eureka.* U. S. Geolog. Survey. Monographs VII. 1884. — A. Hague. *Geology of the Eureka District.* Monographs XX. 1892. Mit Atlas.

stöcken im Kalksteingebirge bauen, standen eine Zeit lang im Vordergrunde des Interesses, weil sie die ersten genauer bekannten nordamerikanischen Beispiele für unregelmässige Erzmassen solcher Art in leicht löslichem Nebengestein waren. Besonders spielten sie lange Zeit auch bergrechtlich eine grosse Rolle, weil sie keiner der bei Verleihungen vorgesehenen Kategorien, weder Gängen noch echten Lagern, sich einordnen liessen und darum z. Th. die Veranlassung grosser Rechtsstreite gaben. Auch über ihre geologische Genesis entspannen sich Kämpfe, die wissenschaftlich recht fruchtbar werden sollten. J. S. Newberry behandelte sie als Beispiele echter Höhlenfüllungen und liess die Auslaugung der Räume durch kohlensäurehaltige atmosphärische Wasser, ihre Ausfüllung mit Erzen dagegen durch aufsteigende Lösungen geschehen sein. Er stützte diese seine Ansicht besonders auch darauf, dass der Kalkstein der Wände der Erz führenden Kammern („chambers") keine Erzimprägnationen zeige, und darauf, dass es in jenen Erzrevieren auch noch leere Höhlen gäbe. Später gewann jedoch die wesentlich von J. S. Curtis vertheidigte Anschauung die Oberhand, dass Verdrängungsvorgänge, nicht Hohlraumfüllungen vorgeherrscht hätten, und zwar im Gefolge aufsteigender Lösungen. Was die leeren Höhlen betrifft, so wurde nachgewiesen, dass sie später gebildet seien, als die Erzkörper.

Am meisten bewegten sich alle diese Untersuchungen im Gebiete von Eureka in Nevada. Hier herrschen mit sehr reicher Gliederung und mächtiger Entwicklung palaeozoische Schichten: Quarzite, Kalke und Schiefer des Cambriums, Kalke und Quarzite des Silurs, Kalke und Schiefer des Devons, Quarzite, Kalke und Conglomerate des Carbons. Die Erzlagerstätten haben den cambrischen Kalkstein zum Nebengestein und finden sich in einer stark zerdrückten und durchklüfteten Zone längs einer grossen Verwerfungsspalte, auf der die Lösungen aufsteigen konnten. Die stock- oder schlauchförmigen Erzkörper, deren grösster auf über 400 m Länge verfolgt wurde, bestanden in der Tiefe vorwaltend aus silberhaltigem Bleiglanz, in den oberen Regionen aus Cerussit, Anglesit, wie auch Silberhornerzen, nebst geringem Goldgehalt.

3. Die Zink- und Bleierzlagerstätten von Monteponi[1]).

Im Iglesiente d. i. im Bezirk von Iglesias im gebirgigen südwestlichen Theil der Insel Sardinien befinden sich im silurischen Kalkstein

[1]) Wichtigste Litteratur: G. Zoppi. *Descrizione geologico-mineraria dell' Iglesiente.* Sardegna 1888. — Marx. *Geogn. u. bergm. Mittheilungen über den Bergbaubezirk von Iglesias auf Sardinien.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. i. preuss. St. 40, 1892, S. 263—278. — Sehr ausführliche Schilderungen dieser und anderer sardinischen Lagerstätten siehe bei Fuchs et De Launay. *Traité des Gîtes*

grossartige, schon von den Karthagern und Römern ausgebeutete Bleiglanz- (nebst Zinkblende-) und Galmei-Lagerstätten. Der Erze der Grube Monteponi bei Iglesias, der bedeutendsten der zahlreichen Gruben, treten in mehreren 100 m hohen Stöcken auf, die, gegen 60 an Zahl, meist an den Contact eines thonigen Kalksteines mit dem dolomitischen Kalkstein gebunden sind.

Es lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: eine südliche von hauptsächlich aus Bleiglanz bestehenden Erzsäulen und eine nördliche wesentlich von Galmeistöcken.

In den Bleiglanzmitteln bricht auch etwas Blende und Pyrit mit ein. Als Gangart erscheint neben Calcit und Dolomitspath zuweilen Quarz, meist grau gefärbt und breccienartig (so z. B. im Livello Sella und Scavo Genieguas), auch weisser blättriger Baryt (z. B. Albusini). Zwischen den Erzmassen und dem Kalkstein hat sich gewöhnlich eine gelbe Zone von ockerigem Letten gebildet. Wo dagegen der Bleiglanz direct an den Kalkstein grenzt, stösst man auf Drusen mit den bekannten herrlichen Krystallen von Cerussit, Anglesit und Phosgenit. Oft bemerkt man Cerussit mit eckigen Resten noch unzersetzten Bleiglanzes.

In der unmittelbaren Nachbarschaft der Galmeistöcke ist der Kalkstein in einen feinkörnig-krystallinen grauen oder gelblichen, zuweilen auch späthig-blätterigen Dolomit umgewandelt. Der Galmei ist vorwiegend ein von Eisenoxyd gelblich oder röthlich gefärbter Smithsonit, oft in nierig-traubigen, feinlagenförmigen, auf der Oberfläche schwarzbraunen und firnissglänzenden Gebilden. Auch finden sich Dolomitbreccien, die mit Smithsonit verkittet sind. Daneben kommt Kieselzink vor und zwar in cavernösen Massen, in deren Hohlräumen wasserhelle Kryställchen sitzen. Zu erwähnen sind in der Galmeiregion Höhlungen mit braungelben oder ziegelrothen, oft feingeschichteten mulmigen Ausfüllungen. Auch giebt es von der Erdoberfläche her ausgefüllte Klüfte, die eine mit Calcit verkittete Breccie aus Schieferbruchstücken und Lignitfragmenten enthalten (so z. B. in der Dislocazione Monsignore, Livello Mare).

Eruptivgesteine kennt man nur in Gestalt eines 40 m mächtigen Diabasganges an der Strasse von Genieguas.

Minéraux et Métallifères II. 1893. p. 387—411. — *Carta Geologico-Mineraria dell' Iglesiente.* 1 : 50000 (R. Comit. Geol. d'Italia). Roma 1888. Hierbei nachzutragen für S. 269 unseres Werkes: *Carta Geol.-Miner. del Sarrabus.* 1 : 50000. Roma 1889. — Zur Verfügung stand ausserdem eine gütigst von der Direction (Herrn Berging. Ferrari, Monte Poni) überwiesene reiche Sammlung von Belegstücken.

Auch sind dort weiter abseits gangförmige Erzlagerstätten bekannt, die z. Th. in Granit aufsetzen, so der Gangzug von Montevecchio nahe am Contact der silurischen Schiefer mit dem Granit am Hochplateau von Arbus, welcher der kiesig-blendigen Bleierzformation angehört.

4. Die Zink- und Bleierzlagerstätten im Mississippi-Thal.

Von ausserordentlich grosser ökonomischer Wichtigkeit und dem grössten wissenschaftlichen Interesse sind die schon sehr vielfach geologisch bearbeiteten[1]) Zink- und Bleierzlagerstätten des Mississippi-Thales, die grösstentheils dem Silur, zum kleineren Theil dem Untercarbon angehören, hier aber zusammengefasst werden sollen.

Die Lagerstätten vertheilen sich auf folgende Regionen des Thales (siehe eine geographische Karte!): 1. Die Erzregion des oberen Mississippi-Thales im südwestlichen Wisconsin, östlichen Jowa und nordwestlichen Illinois; 2. Die von Central-Missouri; 3. Die im Missouri-Kansas-

[1]) Wichtigste Litteratur: J. D. Whitney. *The Metallic Wealth of the U. S.* 1854. p. 403—417. — *On the ocurrence of bones and teeth in the lead-bearing crevices.* Amer. Assoc. Adv. Sc. 1859. — Rep. of the Geolog. Survey of Jowa 1855—57. — Geology of Jowa 1858. Vol. I. part. 1. p. 286—295 and 422—471. — Rep. of a Geol. Survey of the Upper Mississippi Lead Region. Albany, 1862 etc. — A. Schmidt. *Forms and Origin of the Lead and Zink Dep. of Southwest Missouri.* Trans. St. Louis Acad. of Sc. III, p. 246. — *Die Blei- und Zinkerzlagerst. von Südwest-Missouri.* Heidelberg 1876. — A. Winslow. *Lead- and Zink-Dep. of Missouri.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. XXIV, p. 634—931. — *Lead- and Zink-Dep.* Missouri Geol. Surv., 1894, vol. VII, p. 645. — T. C. Chamberlin. *Wisconsin Geol. Surv. IV.* 1882. p. 451—482. — W. P. Blake. *Lead- and Zink-Dep. of the Miss.-Valley.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. XXII, 1894, p. 629—632. — *Wisconsin Lead- and Zink-Dep.* Boll. Geol. Soc. Am. V, 1894, p. 28. — W. P. Jenney. *The Lead- and Zink- Dep. of the Miss.-Valley.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. XXII, 1893, p. 171, 621. — F. Pošepny. *Genesis der Erzlagerst.* Freiberg 1893. S. 157. — S. F. Emmons. *Fluorspar deposits of Southern Illinois.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. 1893. Vol. XXI, p. 31—51. — J. D. Robertson. *Missouri Lead- and Zink-Dep.* Am. Geol. 1895, p. 235. — A. G. Leonard. *Lead- and Zink-Dep. of Jowa.* Jowa Geol. Surv. VI. 1897. — J. F. Kemp. *Ore Deposits of the U. S. and Canada* 1900, p. 240 nebst Litteratur. — J. C. Branner. *The Zink- and Lead-Region of North-Arkansas.* Ann. Rep. of the Geol. Surv. of Arkansas, Vol. V, 1900. — S. Calvin and H. F. Bain. *Geol. of Dubuque County.* Ann. Rep. of the Jowa Geol. Surv. Vol. X. 1900. — W. E. Burk. *The Fluorspar-Mines of Western-Kentucky and Southern Illinois.* The Min. Ind. 1901, Vol. IX, p. 293—295. — C. R. Van Hise and H. F. Bain. *Lead- and Zink-Dep. of the Miss.-Valley.* Trans. Inst. Min. Eng. London, 1902, p. 1—60 (exc.). Diese letztgenannte Arbeit giebt eine gedrängte Uebersicht über sämmtliche einzelne Erzdistricte des Gebietes.

Gebiet; 4. Die von Südost-Missouri; 5. Die von Nord-Arkansas; 6. Die von Süd-Illinois-Kentucky; 7. Die von Süd-Arkansas.

Von diesen Regionen gehören die 2. und 3. in das Gebiet der Ozark-Gebirgsschwelle, die 5. zu den von dieser durch das Arkansas-Thal getrennten Ouachita-Bergen. Im Bereich dieser beiden Erhebungen sind die erzführenden Schichten flach geneigt, noch flacher in den übrigen Regionen. Eruptivmassen kommen nirgends vor.

Im oberen Mississippi-Thal sind die Erze auf das Silur beschränkt, das sich hier von oben nach unten, wie folgt, gliedert:

Cincinnati-Schiefer 60 m,
Dolomitischer Galena-Kalkstein 135 m,
Dolomitischer Oelschiefer 0,6—1 m,
Dolomitischer Trenton-Kalkstein 12—30 m (enthält Schieferlagen, besonders an der Basis),
Grünlichblauer Thon 0,3—0,6 m,
St. Peter's Sandstein 15—45 m,
Unterer dolomitischer Kalkstein 30—75 m,
Cambrischer Potsdam-Sandstein 210—240 m,
Präcambrium.

Die Erze finden sich theils in senkrechten Klüften (Fig. 224), theils in erweiterten Schichtfugen, als sog. „flats“ und als Ausfüllung ganz unregelmässiger Risse (Fig. 223), endlich auch als Imprägnation gewisser Bänke. Immer sind sie an Bruchzonen gebunden. Sie häufen sich vorzugsweise in den flachen synklinalen Depressionen der Landschaft, in den Mulden der von O. nach W. streichenden Falten. Auch die Hauptstreichrichtung der Klüfte folgt diesem Streichen. Der Hauptsitz der Erzconcentrationen in verticaler Richtung ist der Galena-Kalkstein. Er sowohl, wie auch der Trenton-Kalk ist sehr reich an organischen Substanzen.

Die Erze bestehen über dem Grundwasserspiegel vorwiegend aus Bleiglanz und Smithsonit mit Calcit als Gangart. Tiefer stellen sich Zinkblende und Markasit ein, Bleiglanz ist selten, ganz untergeordnet sind Pyrit und Kupferkies beigemengt. Noch tiefer verdrängt der Markasit allmählich die anderen Erze. Der Succession nach ist in den oberen Teufen Bleiglanz immer das jüngste Erz. Seine Krystalle kleiden die Drusen aus. Der Absatz von Bleiglanz hat hier noch in geologisch sehr neuer Zeit stattgefunden und in diesem Falle nachweisbar vermittelst descendirender Lösungen. Stiess man doch auf kaminartig erweiterte Klüfte, von deren Firste Bleiglanzstalaktiten herabhingen, und

fand in Spalten nahe dem Ausstrich zu Tage Zähne und Knochen diluvialer Säugethiere, die durch grobkrystallinen Bleiglanz verkittet waren.

Von den anderen Districten ist das Missouri-Kansas-Gebiet am bekanntesten mit den wichtigen Betriebsmittelpunkten Joplin (Miss.) und Galena (Kans.). Diese Region liegt an der westlichen Abdachung der Ozark-Schwelle. Die Erze sind in dem weiten Gebiet nur wieder auf einzelne Areale beschränkt, zwischen denen taube Zonen liegen.

Hier ist der untercarbonische Cherokee-Kalkstein, dem häufig Bänke von Hornstein eingeschaltet sind, der Sitz der Erzmittel. Der Kalkstein wird von Denudationsresten des productiven Carbons, Sandsteinen und Schiefern, bedeckt und allenthalben von den wasser-

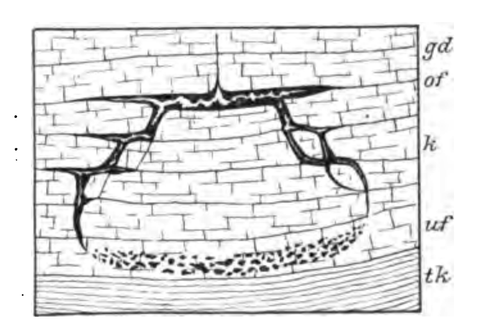


Fig. 223. *Idealer Durchschnitt durch eine Bleierzlagerstätte in Wisconsin* nach Chamberlin.
gd Galena-Dolomit, *tk* Trenton-Kalkstein, *of* oberes Erzflötz (Upper Flat), *uf* unteres Erzflötz, *k* erzführende Klüfte.

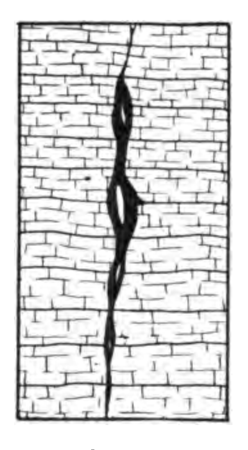


Fig. 224. *Erweiterte Kluft, mit Bleiglanz erfüllt, im Galena-Dolomit*, nach Chamberlin.

undurchlässigen Eureka-Kinderhook-Schiefern unterlagert. Unter diesen folgt das Silur und Cambrium. Die Erzkörper sind auch hier auf Dislocationszonen beschränkt.

Die Erze sind vorzüglich Bleiglanz und Blende, minder vorwaltend Galmei (Carbonat und Silicat), ganz wenig Markasit, Eisen- und Kupferkies. Unter den Gangarten waltet Dolomitspath vor. Stellenweise trifft man auch viel Quarz und Baryt. So producirte Missouri mit Kansas 1899 an Zinkerzen 231 364 t, an Bleierzen 21 668 t. Am Ende dieses Jahres hatte übrigens die Totalproduction bereits 2176 700 t Zinkerze und 631 200 t Bleierze erreicht. Ueber dem Grundwasserspiegel beschränken sich die Erze auf Bleiglanz, Galmei und andere secundäre Bildungen in einem rothen Thon.

Der Kalkstein im Erzgebiet ist von krystalliner Structur und stellenweise so reich an Asphalt, dass dieser bei manchen Gruben die Aufbereitung stört. In der Nähe der Erzkörper ist das an sich nicht dolomitische Gestein immer dolomitisirt. Vielleicht sind auch die Hornsteinbänke durch secundäre Umwandlung des Kalksteins entstanden, die dann aber der Erzausscheidung vorausging. Denn häufig sind mit Erz verkittete Hornsteinbreccien. Die Form der Erzkörper ist wie im oberen Mississippi-Thal beschaffen.

Von den anderen Erzdistricten sei hier nur erwähnt, dass im Illinois-Kentucky-Gebiet, die im untercarbonischen Kalkstein aufsetzenden Bleiglanz- und Blendegänge als Gangarten in oberen Teufen sehr viel Flussspath führen. Sie werden sogar dieses Minerals wegen abgebaut (z. B. auf der Eagle-Grube bei Salem, Kentucky). In grösserer Tiefe tritt dafür Calcit ein. Auch ist bemerkenswerth, dass im Süd-Arkansas-District die Blei- und Zinkerze zugleich mit Silber-, Gold- und Antimonerzen in echten Spaltengängen mit quarziger Gangart auftreten.

Ueber die Genesis aller dieser Lagerstätten sind sehr verschiedene Ansichten laut geworden. Whitney, Chamberlin und Winslow erklären die Erzlagerstätten durch die Annahme, ein primärer Metallgehalt der Kalksteine sei durch Lateral-Secretion ausgelaugt und mittelst der reducirenden organischen Bestandtheile der Schichten wieder abgesetzt worden. Die Hauptstütze hierfür sind zahlreiche Analysen von Robertson, der in sehr verschiedenen silurischen und carbonischen Kalksteinen winzige Mengen von Zink und Blei nachwies. Percival, Jenney und Blake dagegen halten die Erze für Absätze aus ascendirenden Thermalwässern, die aus unbekannter Tiefe aufstiegen. Dafür, dass die eigentliche Erzabscheidung unter dem Grundwasserspiegel aus aufsteigenden Strömungen erfolgte, treten auch Van Hise und Bain ein. Nur halten diese beiden diese Strömungen nicht für Thermen, sondern für artesisches Wasser, wie es noch heute im Silur der Erzdistricte erbohrt wird. Dieses Wasser sei atmosphärischen Ursprungs. Von den höher gelegenen Infiltrationsgebieten aus sei es zunächst auf absteigender Bahn, nach oben und unten durch undurchlässige Schiefer abgesperrt, durch die dolomitischen Kalksteine des Silurs gerieselt und habe deren primäre minimale Metallgehalte ausgelaugt. Endlich angelangt an den Klüften der Dislocationszone, sei es aufgestiegen und habe seine Last in den bitumenreichen Horizonten wieder abgesetzt. Nur die wohl allgemein jetzt als secundär erkannte Concentration des Bleiglanzes in den obersten Teufen sei durch descendirende Strömungen bewirkt worden (vgl. S. 387).

Uns spricht die Gegenwart von Baryt und Fluorit, wie überhaupt der ganze Mineralbestand der Lagerstätten, welcher demjenigen echter Silber-Bleierzgänge thermalen Ursprungs so ähnlich ist, dafür, dass die Thermaltheorie die richtige Lösung der Frage enthält, zumal da der Beweis kaum geliefert werden wird, dass die von Robertson gefundenen Zink- und Bleigehalte der Kalksteine nicht selbst durch spätere Infiltration hineingelangt sind.

6. Die Zinkerzlagerstätten von Iserlohn.

Bei Iserlohn in Westfalen hat man nach L. Hoffmann[1]) im mitteldevonischen Stringocephalenkalk oder „Massenkalk" und zwar ausschliesslich unmittelbar über seinem Liegenden, den Lenneschiefern, eine Reihe von Zinkerzlagerstätten aufgeschlossen. Sie liegen in einer Zone von 12 km Länge, die sich von Lethmathe über Iserlohn bis nach Deilinghofen hin erstreckt. Im ganzen sind 15 einzelne Lagerstätten bekannt. Ihre Begrenzung nach dem hangenden Massenkalk hin ist meist sehr unregelmässig. Bei manchen übertrifft die Mächtigkeit die Ausdehnung im Streichen so sehr, dass sie Stöcken gleichen, die steil parallel der Schichtung des Devons geneigt sind. Die sog. „I. Kluft" z. B. misst im Streichen der Schichten nur 3 m, in der Mächtigkeit indessen 25 m. Dabei zerfällt sie wiederum in mehrere durch sterile Kalkschichten getrennte Bänke, welche stellenweise zusammenlaufen. Die liegendste dieser Bänke ruht unmittelbar auf den unter etwa 35° nach N. einfallenden Lenneschiefern auf.

Die Erze bestehen aus Galmei, Kieselzink, Zinkblende, Eisenkies und etwas Bleiglanz, im Ausgehenden aus Brauneisenstein. Inmitten der Erzkörper finden sich sehr gewöhnlich abgerundet erscheinende Fragmente von noch nicht vererztem Kalkstein bis mehrere Meter im Durchmesser, besonders häufig gegen die Grenzen hin. Die Blende ist häufig als Schalenblende ausgebildet, zuweilen auch mit nierig-traubiger Oberfläche und hier und da mit Zinkspathrhomboëdern überkleidet. Die Entstehung der Lagerstätten hat sonach theils durch Verdrängung des Kalksteins, theils auch durch Ausfüllung vorher ausgelaugter Hohlräume stattgefunden. Fast alle dortigen Erzkörper reichen übrigens

[1]) Trainer. *Das Vorkommen des Galmeis im devonischen Kalkstein bei Iserlohn.* Verh. d. naturh. Ver. d. preuss. Rheinl. Bd. 17. 1860. S. 261. — Eichhorn. *Die Zinkerzlagerstätten bei Iserlohn.* Z. f. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St. Bd. 36. 1888. S. 142—149. — L. Hoffmann. *Das Zinkerzvorkommen von Iserlohn.* Z. f. p. G. 1896, S. 45—53.

nur bis zu mässiger Tiefe hinab, um sich bald ganz auszukeilen. Die grösste durch den Bergbau aufgeschlossene Tiefe bei der I. Kluft beträgt nur 205 m.

Der dortige Bergbau hat in den letzten Jahren mehrfache Einschränkung erfahren. Im Jahre 1894 förderten die Iserlohner Gruben 8669 t Galmei, 4185 t Blende und 77 t Bleiglanz, welche Ziffern zugleich das gegenseitige Mengenverhältniss dieser Erze illustriren. Stellenweise hat man auch auf Schwefelkies gebaut (64 t im genannten Jahre).

Ueber ganz ähnliche Lagerstätten im devonischen Kalkstein von Bergisch-Gladbach hat von Huene[1]) berichtet.

7. Die Erzlagerstätten der Umgebung von Aachen[2]).

Bei der Schilderung der Erzlagerstätten der Umgebung von Aachen werden einer besseren Uebersicht wegen auch einige sonst nicht in diese Kategorie gehörige Vorkommnisse, u. a. echte Gänge, mit eingeschlossen.

Betrachtet man eine geologische Uebersichtskarte der Aachener Erzreviere (vergl. die Skizze in Fig. 225, S. 571), so sieht man am Nordwestabhang des Hohen Venn, nordwestlich von dem zwischen der belgischen Grenze und der Gegend von Langerwehe sich ausdehnenden Cambrium, die stark gefalteten und dislocirten Schichten des Devons und Carbons in schmalen Streifen mit nordöstlichem Streichen zu Tage treten, während sich im Aachener Stadtwald südwestlich von der Stadt, ferner nördlich von Welkenraedt und noch in einzelnen kleineren insularen Partien die senone Kreide mit wenig gestörter Lagerung auflegt. Vulkanische Gesteine fehlen gänzlich.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass von jenen palaeozoischen Streifen diejenigen des Unter- und Mitteldevons, nämlich das Gedinnien, die Vichter Schichten und der Stringocephalenkalk, nur einmal auftreten und zwar mit fast senkrechtem nach NW. gerichtetem Einfallen. Das Oberdevon jedoch mit seinen Kalken, der Kohlenkalk und das

[1]) v. Huene. *Das Vork. von Galmei. Blende. Bleierz etc. bei Bergisch-Gladbach.* Z. d. D. G. G., 4 Bd., 1852, S. 571.

[2]) Wichtigste Litteratur: M. Braun. *Ueber die Galmeilagerstätte des Altenberges im Zusammenhang mit den Erzlagerstätten des Altenberger Grubenfeldes und der Umgegend.* Z. d. D. g. G., IX. Bd., 1857, S. 354—370. — Holzapfel und Siedamgrotzky. *Berg- und Hüttenm. Excursionskarte in die Umgegend von Aachen.* 1886. — H. v. Dechen. *Orographisch-geognostische Uebersicht von Aachen.* 1866. — W. Schiffmann. *Die geogn. Verh. und die Erzlagerstätten der Grube Diepenlinchen bei Stolberg (Rheinl.).* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St., 36. Bd., 1888, S. 83—122. — C. Dantz. *Der Kohlenkalk in der Umgebung von Aachen.* Z. d. D. G. G., 45. Bd., 1893, S. 594—683.

productive Carbon kehren mehrmals wieder. Ihre einzelnen Ausstrichzonen entsprechen, wie das u. a. aus der Profilskizze in Fig. 226, S. 572 hervorgeht und wie dies von C. Dantz eingehend untersucht worden ist, ebenso vielen Mulden bez. Sattelflügeln, welche besonders in der Nähe

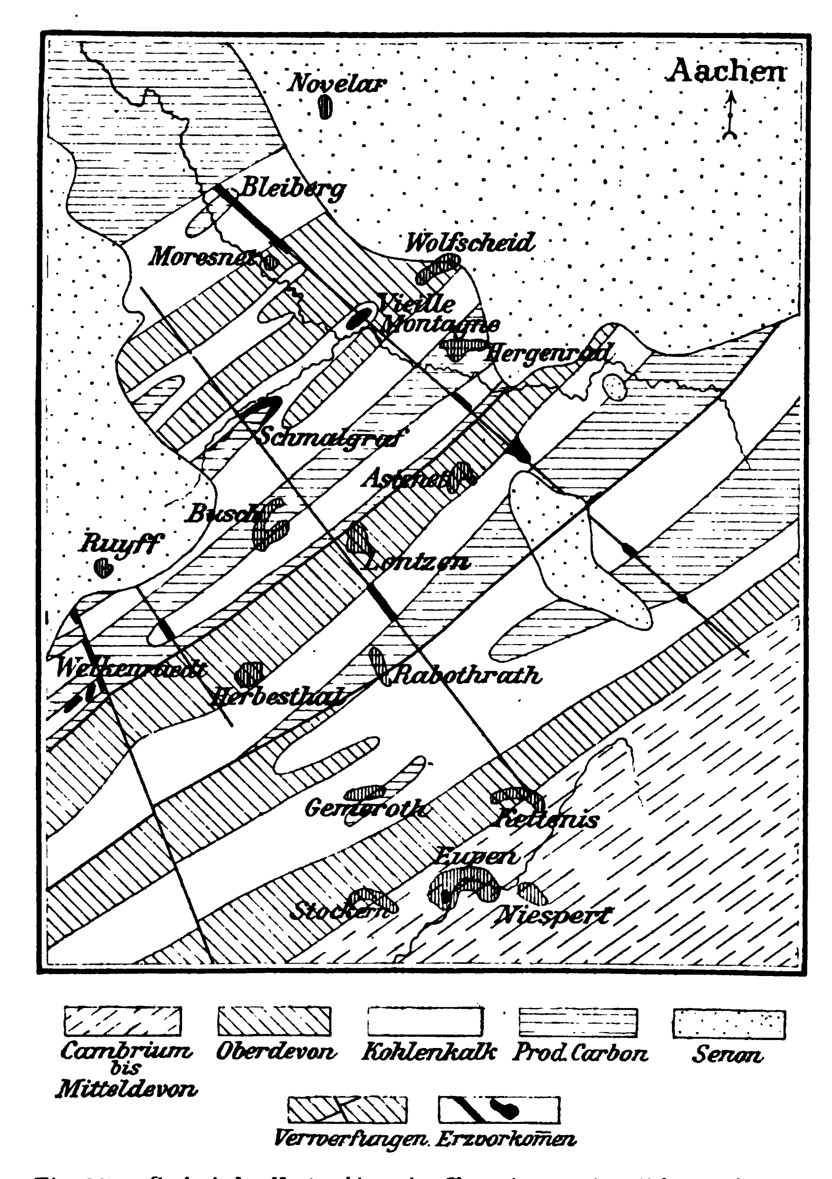


Fig. 225. *Geologische Kartenskizze des Erzrevieres südwestlich von Aachen* nach C. Dantz. — 1 : 120 000.

der belgischen Grenze überkippte Stellung besitzen, an zwei Stellen sogar, bei Wallhorn-Hittfeld und Herbesthal-Fossay, sich überschoben zeigen. Abgesehen von diesen Ueberschiebungen und anderen streichenden Störungen ist die ganze Gruppe von Sätteln und Mulden von einer Reihe von Querverwerfungen durchsetzt, unter denen namentlich der grosse „Münstergewand" genannte Sprung auch für die Steinkohlenmulde des nahen Inderevieres grosse Bedeutung besitzt.

Mit diesen Verwerfungsklüften stehen, wie ein Blick auf die Kartenskizze zeigt, die mannigfachen Erzlagerstätten des Gebietes im engsten räumlichen und ohne jeden Zweifel auch in genetischem Zusammenhang. Von diesen Lagerstätten können zwei Typen unterschieden werden: 1. Gänge; 2. stock-, nest- und lagerartige Erzkörper innerhalb der oberdevonischen und der Kohlenkalke und zwar fast durchweg an den Berührungsflächen mit den Nachbargesteinen (Contactlagerstätten).

1. Die Gänge gehören sämmtlich in die Gruppe der erwähnten Querverwerfungen. Während diese innerhalb der Schiefer des Ober-

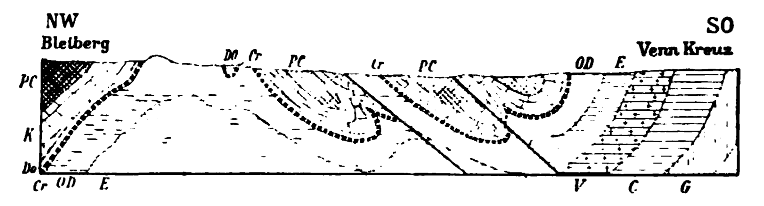


Fig. 226. *Profil von Bleiberg bis Venn Kreutz* nach C. Dantz.

Pc Productives Carbon,
K dichter Kalk, }
Do Dolomit, } Kohlenkalk.
Cr Crinoïdenkalk, }
OD Oberdevon.
E Eifeler Kalk, Mitteldevon.
V Vichter Schichten, }
C Coblenzschichten, } Unterdevon.
G Gedinnien, }

devons und productiven Carbons häufig sehr schmale und oft kaum nachweisbare taube Klüfte darstellen, sind sie in den Kalksteinen durch circulirende Wasser stark erweitert worden und haben neben Kalkspath Bleiglanz und Zinkblende aufgenommen, die nach dem Ausgehenden zu in Weissbleierz und Galmei umgewandelt sind. Am wichtigsten unter ihnen sind die Blei- und Zinkerzgänge am Breiniger Berg bei Stolberg, unter denen der Hauptgang in weiterer Entfernung in die erwähnte grosse Verwerfung des Inderevieres „Münstergewand" übergeht. Die concentrisch-schalige Structur der Erze und das Vorherrschen der Schalenblende gilt für diese Gänge genau so, wie für die anderen Lagerstätten.

2. Ihrer Gestalt und Structur nach, weniger auch der Zusammensetzung nach, sehr verschieden entwickelt sind die oben als Contactlagerstätten bezeichneten Erzvorkommnisse.

Auf der Grube Diepenlinchen bei Stolberg z. B. haben die einen nur die Gestalt stark erweiterter, schliesslich in breit ausladende, „Stockwerke" genannte Erzkörper übergehender Gänge inmitten des Kohlenkalkes unmittelbar an der Scheide mit dem Kohlenschiefer. Diese Stockwerke haben hier zum Theil sehr bedeutende Dimensionen. Das grösste ist das „Brennessel-St.". Dieses ist nach W. Schiffmann auf der 34 Lachter-Sohle des Brennesselschachtes nur als ein gangartiges Vorkommen bekannt. In grösserer Tiefe nimmt es nach allen Seiten an Ausdehnung zu, bis es in der 72 Lr.-Sohle die grösste Länge von 90 m und die grösste Breite von 40 m erreicht. Seine Begrenzung gegen den umgebenden Kohlenkalk ist keine scharfe, das Erz verschwimmt allmählich in denselben. Nur an einigen Stellen wird es durch geschlossene Kalkbänke glatt abgeschnitten. Gegen Süden zeigt es gangartige Ausläufer, während im Innern sich mehrere nicht vererzte Kalkpfeiler befinden. Die Erzführung besteht in oberer Teufe aus Galmei, Bleiglanz, Weissbleierz und etwas Schwefelkies. Der erstere geht von der 49 Lr.-Sohle ab in Blende über, das Weissbleierz hält noch bis zur 72 Lr.-Sohle an. Der Bleiglanz verliert sich bis zur 80 Lr.-Sohle fast vollständig. Die Erze kommen im Inneren des Stockwerkes meist schalenförmig inmitten des Kalkes oder sandigen Dolomites vor, gegen den Rand des Erzkörpers hin sind sie häufig nur eingesprengt. Auf Klüften und in Drusen trifft man Kalkspath.

In umgekehrter Richtung, wie hier, sieht man das Heinrich-Stockwerk derselben Grube von oben nach unten hin in eine Reihe von gangartigen Vorkommnissen sich zusammenziehen.

Wo aber die sehr mannigfach gestalteten und oft sehr unregelmässigen Stöcke und Nester des Aachener Gebietes auch nicht direct in eigentliche Gänge übergehen, wie hier, fast immer wenigstens, so konnte schon M. Braun nachweisen, liegen sie auf den Schnittlinien der oben erwähnten Verwerfungsklüfte mit den Gesteinsgrenzen zwischen den kalkigen und nicht kalkigen Gliedern des Gebirges. Ein Blick auf die Kartenskizze zeigt dies für alle die wichtigeren dortigen Lagerstätten. Und zwar liegen an der Scheide Oberdevon-Kohlenkalk nach C. Dantz die Gruben Eschenbroich, Fossey, Altenberg (alle wesentlich Galmeigruben); sowie Poppelsberg und Welkenraedt (Blende und Bleiglanz). An der Scheide Kohlenkalk-Productives Carbon dagegen befinden sich gewisse Partien der Grube Eschenbroich (Bleiglanz und Blende),

die Grube Schmalgraf (Schalenblende und Bleiglanz), Henriette bei Eich (Brauneisenstein) und einige Galmeistöcke von Welkenraedt.

Das berühmteste unter allen diesen Vorkommnissen war das bereits 1844 abgebaute vom Altenberg (Vieille Montagne) oder Kelmisberg auf dem neutralen Gebiet bei Moresnet. Der Kubikinhalt dieser Erzmasse wird von M. Braun auf 340 000 cbm geschätzt. Sie hat nach demselben Autor in 500 Jahren etwa 1 Million t Galmei geliefert, und zwar durch Tagebaubetrieb. Diese mächtige Lagerstätte bestand fast ausschliesslich aus Galmei, in welchem nur einzelne Nieren und Trümer von rothem Letten vorkamen. Der Altenberger Galmei stellte ein inniges Gemenge von Zinkspath und Kieselzinkerz dar, in welchem stellenweise grössere und kleinere Knauer von Willemit eingeschlossen waren. Das Kieselzink herrschte vor. In den oberen Teufen kamen häufig Drusen und grössere Schlotten mit Krystallen von Zinkspath, Kieselzinkerz, Eisenzinkspath, zinkhaltigem Kalkspath, seltener von Quarz vor. Das Nebengestein war grösstentheils dolomitisirter Kohlenkalk, der eine zwischen devonischen Schiefern eingekeilte Mulde bildete.

Neben den stock- und nestförmigen Lagerstätten giebt es im Gebiet auch lagerförmige Imprägnationen, die an bestimmte Gesteinsschichten gebunden sind, offenbar aber auch mit den anderen Erzvorkommnissen genetisch zusammenhängen. So ist nach M. Braun bei Welkenraedt eine Schieferthonschicht des Carbons auf 2—2,3 km mit Bleierz und Blende imprägnirt.

Im Jahre 1898 wurden in dem geschilderten Grubengebiete (Bergrevier Düren) 12849 t Blende und 5830 t Galmei gewonnen, letzterer ausschliesslich auf den Altenberger Gruben Schmalgraf, Eschenbroich, Fossey und Mützhagen. Daneben wurden 1303 t Bleierze gefördert, vorzüglich auf der Grube Diepenlinchen.

Ganz ähnliche Lagerstätten, wie die bisher erwähnten auf deutschem Gebiete, befinden sich auch im benachbarten Belgien in der Umgebung von Corphalie, Flône, Engis und de la Mallune bei Lüttich, sowie in mehr flötzartiger Entwicklung bei Philippeville. Der Umfang dieser Vorkommnisse geht daraus hervor, dass Belgien im Jahre 1897 gegen 11 000 t Zinkerz producirte.

8. Die Galmeilagerstätten von Picos de Europa.

Im Anschluss an die Aachener Lagerstätten seien hier nur kurz erwähnt die Galmeivorkommnisse ganz analoger Art, die W. Köhler[1]) aus dem Kohlenkalk der östlichen Hälfte der Picos de Europa, in den Districten Andara und Aliva im

[1]) W. Köhler. *Die Steinkohlenformation in Nord-Spanien.* B.- u. H.-Z. 1877. S. 217.

nördlichen Spanien, beschrieben hat. Von dort sind u. a. schöne Stalaktitengruppen von weissem dichten Galmei aus höhlenartigen Weitungen bekannt, auch jugendliche Galmeiabsätze als Krusten auf altem Gezäh. Die Galmeistöcke sind auch hier an die von Klüften durchzogenen Zonen gebunden und wahrscheinlich erst secundär aus Blende hervorgegangen, wie Knollen von noch nicht zersetzter Blende darin beweisen. Ungewöhnlich ist das accessorische Auftreten von Zinnober auf diesen Lagerstätten.

9. Die Bleierzlagerstätten im Kohlenkalk von England.

Ein ausgedehntes Bleierzgebiet befindet sich in dem Kohlenkalkgebirge von Derbyshire[1]). Die in ihrer Gesammtheit etwa 450 m mächtigen Carbonschichten gliedern sich in dieser Landschaft wie folgt:

9. Millstone-grit (flötzleerer Sandstein) des Hangenden.
8. Schiefer des Kohlenkalks.
7. Kalkstein mit dünnen Schieferlagen, 45 m.
6. Melaphyrlager (Toadstone).
5. Dolomitischer Kalkstein mit Höhlen, 45 m.
4. Toadstone.
3. Kalkstein mit Schieferlagen, 64 m.
2. Toadstone.
1. Kalkstein mit Schieferlagen, über 76 m.

Die drei den Kohlenkalken zwischengeschalteten Melaphyrlager werden zur Zeit von den meisten Autoren als Intrusivmassen von zum Theil sehr bedeutender horizontaler Erstreckung aufgefasst. Alle diese nur schwach geneigten Schichten werden von echten Bleiglanzgängen (rakes, rake-veins) durchschnitten, die aber fast ohne Ausnahmen nur innerhalb der Kalksteine erzführend sind, während sie im Millstone-grit und im Toadstone vertauben und zuweilen überhaupt schwer nachzuweisen sind. Sie kennzeichnen sich übrigens zum Theil als echte Verwerfungsklüfte mit Rutschflächen und mässig grossen beiderseitigen Verschiebungen. Die meisten streichen untereinander parallel nach ONO. Ihre zuweilen regelmässig symmetrisch angeordnete Füllung besteht aus Bleiglanz, Flussspath, Kalkspath und Schwerspath, seltener auch aus Quarz, Kiesen und Blende. Ausserdem bilden aber diese Erze inmitten des Kalksteins auch lagerartige Körper (flats) oder Röhrengänge (pipe-veins), d. s. unregelmässige Erzschläuche längs den Kreuzlinien der Gänge mit den Schichtfugen. Diese letzteren waren der Anlass, dass wir diese Erzlagerstätten hier einreihten. Endlich finden sich Erze zerstreut auf den Querrissen der Kalksteinbänke (skrins).

[1]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten.* II. Bd. 1861. S. 494—498. Nebst älterer Litteratur von Brochant de Villiers, Dufrénoy, E. de Beaumont und De la Bêche.

Aehnlich sind die Verhältnisse der Bleierzreviere im Kohlenkalkgebirge des äussersten Nordens von England[1]) in Northumberland, Durham, Cumberland und Westmoreland, nur mit dem Unterschied, dass hier der Bergbau auf den Gängen noch weit mehr über den auf jenen stockförmigen Gebilden vorwaltet, als es schon in Derbyshire der Fall ist. Die wichtigsten Gruben liegen bei Alston Moore (Cumberland), East und West Allendale (Northumberland), Weardale am oberen Wear-Fluss und Teesdale (Yorkshire und Westmoreland). Das Generalprofil weicht von dem in Derbyshire insofern ab, als nur ein Intrusivlager von Melaphyr, der tektonisch berühmte Whin Sill, dem Kohlenkalk zwischengeschaltet ist. Die Bleierzgänge sind nach ihrem Streichen in Gruppen getheilt worden: „Rake veins" oder „Right-running veins", die annähernd OW. streichen, „cross-veins", die NS. streichen, und die nur schmalen „quarterpoint-veins" mit intermediärem Streichen. Ausserdem hat man auch hier die „flats", der Schichtung des Kohlenkalks parallele Stöcke, die oft nicht direct, sondern nur mittelst Nebenklüften („leaders") mit den Gängen zusammenhängen. Die Erze und Gangarten bestehen aus Eisenkies, Blende, Bleiglanz, Quarz, Kalkspath, Flussspath und Schwerspath. Der Bleiglanz ist silberhaltig. Im Jahre 1894 stellte sich die Production nach H. Louis wie folgt:

	Bleierze	Zinkerze
Northumberland	1042 t	10 t
Durham	9214 t	—
Cumberland	1750 t	7228 t
Westmoreland	1461 t	—

10. Die Silber-Bleierzlager von Leadville in Colorado[2]).

Leadville in Colorado liegt in einem Hochthale der Felsengebirge, das von dem Hauptquellfluss des Arkansas durchströmt wird. Dieses

[1]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 269—279. Nebst älterer Litteratur.

[2]) Wichtigste Litteratur: S. F. Emmons. *Geology and Mining Industry of Leadville.* U. S. Geol. Surv. Monogr. XII. With Atlas. 1886. — F. T. Freeland. *The Sulphide deposits of South Iron-hill.* Transact. Am. Inst. Min. Eng., XIV, 1885, p. 181. — Ch. M. Rolker. *The Leadville Ore Deposits.* Ebenda. p. 273. — C. Henrich. *The Character of the Leadville Ore Deposits.* Eng. and Min. Journ., Dez. 1879, p. 470. — Derselbe. *Origin of the Leadville Deposits.* Ebenda. Mai 1888, p. 43. — A. A. Blow. *The geology and ore-deposits of Iron-hill.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1889, p. 145. — J. F. Kemp. *Ore Deposits.* III. Ed. 1900. p. 262—265.

Thal, ein Längsthal, wird im W. von der Sawatch Kette, im O. von der Mosquito Range begrenzt, auf deren Vorbergen die Stadt erbaut ist. Dies Mosquito-Gebirge besteht aus älteren krystallinen Gesteinen und äussert stark gefalteten, sowie vielfach von Verwerfungen durchsetzten palaeozoischen Schichten, in deren Gefüge gegen das Ende der Kreidezeit Eruptivmassen, besonders Quarzporphyre, eingedrungen sind. Die Gruben liegen östlich von Leadville auf den drei Hügeln Fryer, Carbonate und Iron. Auch in der Stadt selbst ist man in neuerer Zeit mit einem tiefen Schacht bis auf die Lagerstätten niedergegangen. Diese liegen fast sämmtlich innerhalb eines carbonischen Kalksteines, und zwar unmittelbar im Liegenden porphyrischer Intrusivmassen. Die wenigen

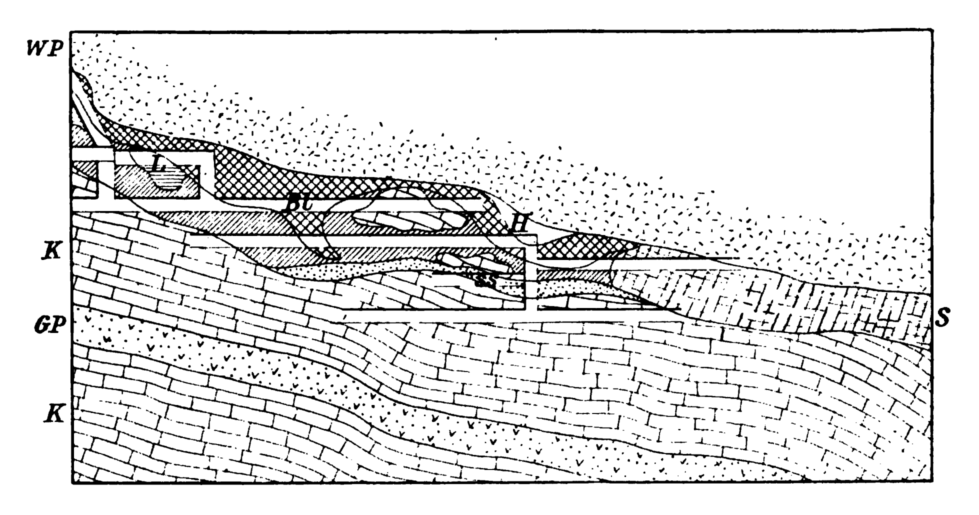


Fig. 227. *Profil durch das White Cap-Erzlager zu Leadville* nach Blow.

WP Weisser Porphyr.
K. Kalkstein,
GP grauer Porphyr,
S sulfidisches Erz,
ss sulfidisches Erz von sandiger Beschaffenheit,
Bl oxydisches Bleierz,
L Letten,
H Höhlung.

Ausnahmen hiervon, Erzlager inmitten des Porphyrs, sind allem Anschein nach nur vererzte Einschlüsse des Kalksteines inmitten der Eruptivmassen. Die Lagerungsverhältnisse werden gut durch das umstehende Profil in Fig. 227 illustrirt. Die Form der Lagerstätten ist diejenige unregelmässiger, im allgemeinen zwar der Schichtung des Kalksteins parallel verlaufender Stöcke, die aber vielfach auch die Bänke überschneiden oder insulare, noch nicht vererzte Kalksteinpartien umschliessen. Zuweilen nehmen diese Stöcke so langgestreckte Gestalt an, dass sie als Schläuche bezeichnet worden sind.

Ihrer Zusammensetzung nach waren die Erze ursprünglich ausschliesslich Sulfide, in der Hauptsache silberhaltiger Bleiglanz, untergeordnet auch Zinkblende, Kupferkies u. a. Seinen Hauptruhm verdankt indessen Leadville den reichen oxydischen Erzen, die aus jenen hervorgegangen sind und früher ausschliesslich abgebaut wurden. Es sind dies erdige Carbonate von Blei mit Hornsilbererz vermischt, die in einem lettigen oder kieseligen manganreichen Brauneisenerz eingeschlossen sind. Diese oxydischen Erze sind auch mehr oder weniger goldhaltig. Es wurden sogar 1891—1892 in ein paar weiter östlich von der Stadt gelegenen Gruben Erzkörper aufgeschlossen, bei denen der Goldwerth den Werth des Silbergehaltes weit überstieg.

Schon der Hauptmonograph von Leadville, S. F. Emmons, hatte die eigentliche Natur dieser Lagerstätten als Verdrängungsbildungen erkannt, schrieb sie aber der Thätigkeit von Lösungen zu, die von oben her gekommen seien und die Metallverbindungen aus dem eruptiven Nebengestein ausgelaugt hätten. Diese letztere Annahme dürfte heute nur noch von wenigen getheilt werden. Viel mehr Wahrscheinlichkeit hat die Theorie A. A. Blow's für sich, der die Erzabsätze aus der Tiefe aufsteigenden Wassern zuschreibt. Die Bedeutung der Eruptivmassen liegt vielmehr darin, dass sie diese Lösungen stauten und zur Stagnation inmitten des angrenzenden Kalksteins veranlassten, dessen Klüfte und Fugen die Zugangskanäle darstellen.

Die Silber-Bleierzlagerstätten von Leadville wurden 1874 fündig. Der Bergbau hatte darauf seine höchste Blüthe im Jahre 1880 erreicht, ist aber auch noch heutigen Tages von grösster Bedeutung.

Analoge Verhältnisse, wie die von Leadville, zeigen die Silber-Bleierzlagerstätten von Lake Valley[1]) in Neu-Mexico, die ebenfalls in einem carbonischen Kalkstein am Contact mit porphyrischen Intrusivmassen liegende Stöcke und Schläuche bilden. Lake Valley hat viele seltene Mineralien geliefert, wie Vanadinit u. a. Ueber die ebenfalls verwandten Lagerstätten der Elkhorn Mine, Montana, siehe weiter hinten.

11. Die Silber-Bleierzlagerstätten im Aspen-District in Colorado.

Durch die ausführliche jüngst erschienene Monographie von J. E. Spurr[2]) ist die Aufmerksamkeit auf die interessanten Lagerstätten von Aspen gelenkt worden. Dieses liegt auf der Westseite der Wasserscheide des Continents, im Thale von Roaring Fork, nahe an der Grenze des krystallinen Schiefergebirges mit dem Palaeozoicum. Die Schichten des Cambriums, Silurs, Carbons und der mesozoischen Formationen sind hier zur Kreidezeit zu einer überkippten Falte zusammen-

[1]) E. Clark. *The Silver Mines of Lake Valley.* Trans. Am. Inst. Min. Eng. XXIV, 1894.

[2]) J. E. Spurr. *Geology of the Aspen Mining District. Colorado.* With Atlas. U. S. Geolog. Survey Monographs, Vol. XXXI, 1898.

geschoben worden. Neben der Faltung ging die Bildung von Ueberschiebungen und senkrechten Verwerfungsklüften einher. Dort, wo zwei solche parallele Ueberschiebungsflächen im carbonischen Leadville-Kalkstein nahe der Ueberlagerung durch die ebenfalls carbonischen Weberschiefer mit einer senkrechten Hauptverwerfung sich kreuzen, sind zerrüttete Kalksteinpartien von Erz verdrängt worden. Die Erze bestehen in unzersetztem Zustand aus silberhaltigem Bleiglanz, mehr untergeordnet auch aus Zinkblende, noch seltener aus Eisenkies, Kupferkies, Buntkupferkies, Tetraëdrit, Tennantit, in den Smuggler Gruben auch aus Polybasit und gediegen Silber. Die Gangarten sind Quarz, Dolomitspath, Braunspath und Schwerspath. In den oberen Regionen herrschen erdige Carbonate und Sulfate, besonders Cerussit und Anglesit, neben Roth- und Brauneisenerz.

Der Vorgang des allmählichen Ersatzes von Kalkstein oder Dolomit durch Erze wird im Aspen-District gut durch Petrefacten inmitten der Erzmassen illustrirt. Man trifft solche nicht nur inmitten des primären sulfidischen Erzgemisches, sondern sogar auch inmitten wohl secundärer Massen von gediegen Silber haben einzelne ihre Gestalt erhalten können.

Der Bergbau im Aspen-District datirt erst seit dem Jahre 1879.

12. Die Erzlagerstätten im Muschelkalk von Oberschlesien[1]).

Der Muschelkalk tritt im südöstlichen Schlesien in einem ein bis zwei Meilen breiten und über 10 Meilen langen flachen Rücken zu Tage, der sich von Krappitz an der Oder bis nach Olkusz in Polen erstreckt. Bei ganz flachem nördlichen Einfallen ist das Streichen bis in die Nähe von Siewierz O.-W., wendet sich jedoch jenseits der russischen Grenze nach Südosten. Ungefähr in der Mitte des Zuges, nördlich von Peiskretscham, macht sich eine breite Unterbrechung der Schichten infolge einer Auswaschung bemerkbar, wodurch sich dieser

[1]) Wichtigste Litteratur: R. v. Carnall. *Ueber Eisensteinlagerstätten im Muschelkalk Oberschlesiens.* Z. d. D. G. G., 1850, Bd. 2, S. 177. — v. Krug. *Ueber die Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes.* Daselbst. S. 206. — H. Eck. *Ueber die Formation des bunten Sandsteins und des Muschelkalkes in Oberschlesien.* 1865. — F. Römer. *Geologie von Oberschlesien.* 1870. — Cappel. *Ueber die Erzführung der oberschles. Trias nördl. von Tarnowitz.* Z. f. d. B.-, H.- u. S.-W. im preuss. St., 1887, Bd. 35, S. 99. — R. Althaus. *Die Erzformation des Muschelkalkes in Oberschlesien.* Jahrb. d. k. preuss. geol. Landesanst. 1891, Bd. XII. — G. Gürich. *Ueber die Entstehungsw. schles. Erzlagerst.* Jahresber. d. Schl. G. f. vaterl. Cultur. 1902.

Rücken naturgemäss in eine östliche und eine westliche Hälfte theilt. Von dem Hauptzuge zweigen sich mehrere Nebenzüge ab, so bei Tarnowitz ein solcher in südlicher Richtung bis über Gleiwitz hinaus, als dessen östliche Fortsetzung Mulden von Muschelkalk mit in das Steinkohlengebirge eingefaltet sind. Die wichtigsten dieser Mulden sind die Tarnowitzer und Beuthener Mulde, durch welche ein schematischer Querschnitt nach Gürich beigefügt ist (Fig. 228)[1].

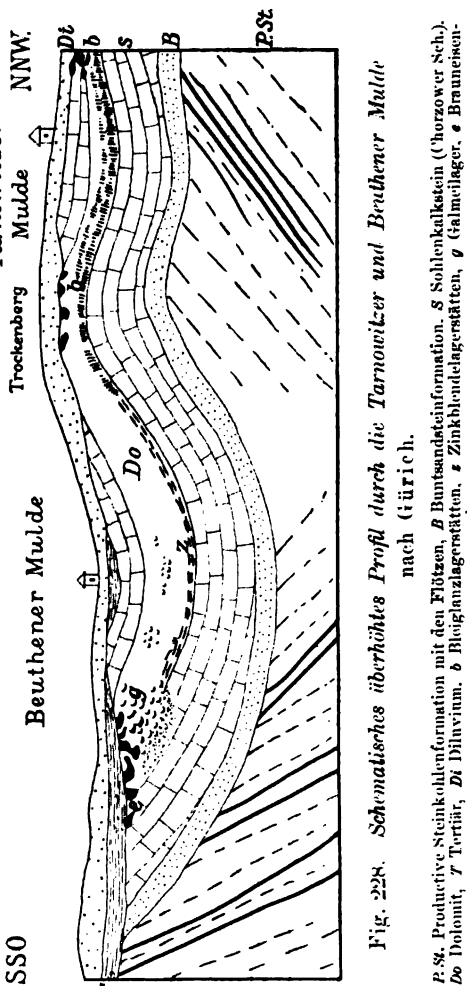


Fig. 228. *Schematisches überhöhtes Profil durch die Tarnowitzer und Beuthener Mulde* nach Gürich.

P.St. Productive Steinkohlenformation mit den Flötzen, **B** Buntsandsteinformation, **S** Sohlenkalkstein (Chorzower Sch.), **Do** Dolomit, **T** Tertiär, **Di** Diluvium. **b** Bleiglanzlagerstätten, **s** Zinkblendelagerstätten, **g** Galmeilager, **e** Brauneisenerzlager.

Nach Eck gliedert sich der Muschelkalk in Oberschlesien, ähnlich wie im übrigen Deutschland, in drei Abtheilungen:

3. Obere Abtheilung: Rybnaer Kalk, ca. 15 m mächtig.
2. Mittlere Abtheilung: Versteinerungsleere, mergelige Dolomite, ca. 20 m mächtig.
1. Untere Abtheilung:
   a) Cavernöser Kalk,
   b) Chorzower Schichten,
   c) Spirifer-Mentzeli Schichten,
   } ca. 200 m mächtig.

Für die Erzführung ist ausschliesslich die untere Abtheilung von Bedeutung. Hier theilt Eck die Spirifer-Mentzeli Schichten von oben nach unten specieller in folgende weiteren Horizonte ein:

5. Der Himmelwitzer Dolomit.
4. Die Schichten von Mikultschütz.

[1]) G. Gürich. *Das Mineralreich.* S. 577.

3. Die Encriniten- oder Terebratelschichten.
2. Die Schichten von Gorasdze.
1. Der blaue Sohlenkalkstein.

Während nun der cavernöse Kalk, die Chorzower Schichten und von dem folgenden Schichtencomplex noch der blaue Sohlenkalk im östlichen und westlichen Theil des Muschelkalkzuges gleichmässig ausgebildet sind, und zwar der Sohlenkalk als ein thoniger, dichter, meist graublau gefärbter Kalkstein, die Chorzower Schichten als meist dünn geschichteter, theils dichter, theils krystalliner Kalkstein oder Mergelkalk, und der cavernöse Kalk endlich als krystallinisch-späthiger, petrefactenleerer Kalkstein mit zahlreichen Höhlungen, zeigen die drei im Hangenden folgenden Stufen der Spirifer-Mentzeli Schichten in beiden Theilen eine petrographisch vollständig verschiedene Ausbildungsweise. Im Westen der Auswaschung sind sie als reine Kalksteine, östlich derselben als Dolomite entwickelt. Dies ist um so bemerkenswerther, als die Erzführung mit den Dolomiten in inniger Beziehung steht, also nur der östliche Theil für den Bergbau von Bedeutung ist. Der erzführende Dolomit bildet in frischem Zustand ein festes krystallinisch-körniges Gestein, welches stets von einem Netz von Klüften durchzogen wird. Häufig sind in den unteren Bänken und fast stets an der Grenze zwischen Dolomit und Sohlenstein kohlige Letten eingeschaltet, die wegen ihres Gehaltes an Schwefelkies „Vitriolletten" genannt werden. Im Hangenden folgt der Himmelwitzer Dolomit mit zahlreichen Resten von Nullipora annulata.

F. Beyschlag[1]) hält die oberschlesischen Dolomite nicht für normale Repräsentanten bestimmter Muschelkalkstufen, sondern nur für Umwandlungsproducte der Kalke, die längs der Wasser führenden Verwerfungsspalten sich bildeten. Dieselben Wasser, welche die Kalke dolomitisirten, brachten nach ihm auch die Erze herbei.

In den tiefen Theilen der Mulden bestehen die Erze im wesentlichen aus Sulfiden: Zinkblende, Bleiglanz, Markasit, und zwar in der Tarnowitzer Mulde vorwiegend aus Bleiglanz, in der Beuthener Mulde aus Zinkblende. Weiter nach dem Ausgehenden zu tritt an die Stelle des Sulfides erdiges Zinkcarbonat und Kieselgalmei, wo Bleiglanz vorhanden ist, zeigt dieser angefressene Formen und ist in den Aushöhlungen mit Cerussitkrystallen besetzt. Der stete Begleiter der Blende, der Markasit, hat eine Umwandlung in Brauneisenerz erfahren.

[1]) F. Beyschlag. *Vortrag über die Erzlagerstätten Oberschlesiens.* Deutsche Geol. Ges., 5. Febr. 1902.

Steigt man noch weiter in den Muldenflügeln aufwärts, so verschwindet der Dolomit, und es stellen sich lockere Ablagerungen des marinen Miocän ein. In den Klüften und Vertiefungen des Sohlenkalkes, den sog. Taschen, finden sich aber auch hier noch Galmei und Brauneisen, ersterer zeigt oft Pseudomorphosen nach dem Dolomit — der rothe Galmei — und nach dem Sohlenkalk — der weisse Galmei — ein Zeichen, dass neben der mechanischen Thätigkeit des miocänen Meeres auch metasomatische Vorgänge eine Rolle gespielt haben. Im allgemeinen kann man zwei über einander liegende, mehr oder minder zusammenhängende oft flötzartige Erzablagerungen unterscheiden, von denen allerdings die obere weit weniger regelmässig auftritt.

Die reinen Bleierzlager sind allein in der Tarnowitzer Mulde entwickelt. Man unterscheidet in der oberen Teufe die „milde Erzlage", in der sich Bleiglanz in einer Schicht von Eisenocker in Form von unregelmässigen Platten, Klumpen und Körnern findet, und, vom Sohlenkalk nur durch eine wenig mächtige Dolomitbank getrennt, die „feste Bleierzlage", wo der Bleiglanz in Form von Schnüren, Körnern und Platten fest mit dem Dolomit verwachsen ist. Neben dem Bleiglanz treten auf Markasit, Cerussit, Grünbleierz etc.

Der Silbergehalt des Bleiglanzes beträgt 0,026—0,033 %.

Die Zinkerzlager treten als eigentliches Blendelager speciell am Nordflügel der Beuthener Mulde, weiterhin als die oberen oder die rothen Galmeilager am Ausgehenden des Blendelagers und endlich als weisse Galmeilager auf.

Das Blendelager erreicht auf den Gruben Cäcilie und Neue Helene selten über 2 m Mächtigkeit, während es auf den Feldern der Gruben Bleischarley bis zu 12 m mächtig wird. Neben der Blende, die z. Th. als Schalenblende oder auch in stalaktitischen Formen entwickelt ist, kommt Bleiglanz und Markasit vor. Der Bleiglanz enthält jedoch nur etwa $^1/_{10}$ des Silbergehaltes der reinen Bleierzlager.

Das obere Galmeilager ist besonders auf den Gruben Neue Viktoria, Paul Richard, Neuhof und Rudolf in grosser Ausdehnung abgebaut worden. Hier ist es ca. 1 m mächtig, wächst jedoch nach Süden zu bis zu 10 m Mächtigkeit an. Es enthält meist mehrere Procente silberreichen (0,1—0,113 %) Bleiglanz. Da sich beide vorhandenen Galmeilager am Ausgehenden vereinigen, erreichen sie zuweilen am Ausgehenden des Blendelagers bis 20 m Mächtigkeit. So sind sie auf den Gruben Scharley, Wilhelmine u. a. abgebaut worden. Im Liegenden sah man dann oft den weissen Galmei sich in tiefe Spalten und Schlotten

des Sohlensteines hinabziehen. Man vergleiche das Profil durch die Judith- und Scharley-Grube in Fig. 229. Aehnlichkeit mit diesem Vorkommen haben die anderen weissen Galmeilager, die über einen grossen Theil des älteren Muschelkalks verbreitet sind. Auch sie treten theilweise in spaltenartigen Hohlräumen auf oder liegen in muldenförmigen Auswaschungen des Kalksteins, wie z. B. auf Grube Matthias. Daneben sind aber auch flötzartige weisse Galmeilager beobachtet worden.

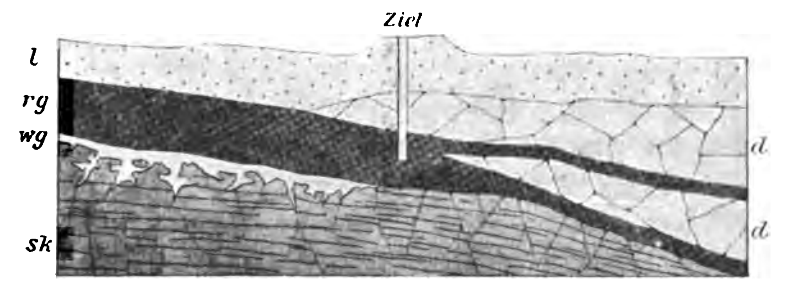


Fig. 229. *Profil durch die Judith- und Scharley-Grube* nach F. Römer.
l Letten. *d* Dolomit. *sk* Sohlenkalkstein, *wg* weisser Galmei, *rg* rother Galmei.

Die Eisenerzlager endlich bestehen in der Hauptsache aus Brauneisenerz und finden sich die bedeutendsten derselben an den Rändern der Dolomitmulden, so die Lager bei Buchatz und die nördlich von Bobrek und südlich von Beuthen. Der erdige Brauneisenstein enthält oft etwas Zinkcarbonat, Bleiglanz und Weissbleierz, meist bildet er unregelmässige, nesterartige, stets ungeschichtete Lager von wechseln-

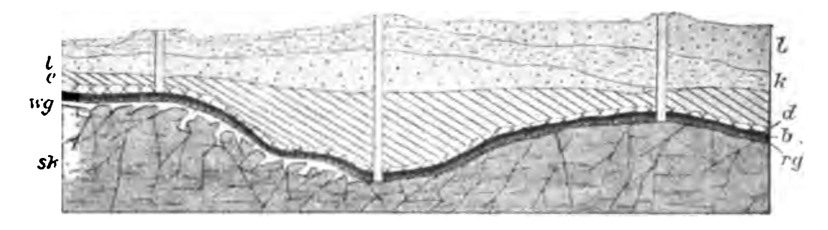


Fig. 230. *Profil durch die Bally-Castle-Grube* nach F. Römer.
l Letten, *k* Kurźawka (schwimmendes Gebirge), *e* Eisenerz, *d* Dolomit, *b* Bleierzlage, *rg* rother Galmei, *wg* weisser Galmei, *sk* Sohlenkalk.

der bis 20 m ansteigender Mächtigkeit. Eine zweite Art des Vorkommens ist dasjenige in Spalten und Schlotten des Sohlsteins und Chorzower Kalkes. Das Brauneisenerz führt hier oft Galmei, es ist glaskopfartig oder stalaktitisch entwickelt und zeichnet sich stellenweise durch einen hohen Mangangehalt aus. Als Beispiel für das Vorkommen des Eisenerzes geben wir in Fig. 230 nach F. Römer das Profil durch die Bally-Castle Grube.

Die Geschichte des oberschlesischen Erzbergbaues reicht bis in das 13. Jahrhundert zurück. Zu dieser Zeit wurden die silberreichen Bleierze im oberen Erzhorizont der Beuthener Mulde abgebaut, während der Galmeibergbau erst im 16. Jahrhundert begann.

Im Jahre 1898 war die Gesammtförderung an Bleierzen im Oberbergamtsbezirk Breslau 40402 t. Hiervon entfielen auf die Gruben Neue Helene 12676 t, Jenny-Otto 5043 t, Cäcilie 4642 t und Blei-Scharley 4406 t. Die Gesammtförderung an Zinkerzen betrug in diesem Jahre 522839 t, wovon 219536 t = 41,99 % Galmei, 303303 t = 58,01 % Blende waren. Die wichtigsten Zinkgruben mit den höchsten Productionen waren die oben genannten, sowie auch Samuelsglück. Von der gesammten Zinkproduction Deutschlands kommt fast ²/₃ auf Oberschlesien.

18. Die Zinkerzlagerstätten von Wiesloch in Baden.

Mehr den Charakter von Höhlenfüllungen im Gegensatz zu den oberschlesischen Lagerstätten haben nach der eingehenden Monographie von A. Schmidt[1]) die ebenfalls dem Muschelkalk angehörigen Zinkerzvorkommnisse von Wiesloch in Baden, wenngleich auch hier nach diesem Autor nebenbei echte Verdrängungsvorgänge einher gegangen sind. Das grosse wissenschaftliche Interesse dieser Lagerstätten erheischt eine eingehendere Schilderung, obgleich sie zur Zeit ökonomisch ohne grössere Bedeutung sind. Wiesloch liegt an der südwestlichen Ecke des Odenwaldes, 12 km südlich von Heidelberg. An zwei Stellen im N. und NO. dieser Stadt, an der Hessel und am Kobelsberg bei Baierthal, befinden sich die Zinkerzgruben. Die Erze kommen sowohl im oberen oder Hauptmuschelkalk, wie auch im liegenden Wellenkalk vor, sind jedoch nur im ersteren bauwürdig befunden worden und zwar wiederum nur in seiner unteren Abtheilung, dem Trochitenkalk mit den versteinerungsreichen Encrinitenschichten. Am Kobelsberg herrscht folgende Specialgliederung dieser Trochitenkalke:

Eigentliche Trochiten-Schichten	5.	Zwei, als „Deckstein" zusammengefasste 24—30 cm starke, theilweise dolomitische Encriniten-Kalksteinschichten	0,5 m.
	4.	Drei dichte, „Blättchen" genannte Kalksteinschichten, die stellenweise durch Galmeilagen oder galmeihaltige Thone ersetzt sind	0,15 m.
	3.	„Erzführender Kalkstein", ein dichter K. mit vielen Kalkspathdrusen	3—6 m.
	2.	Gelblichgraue oder röthliche Encriniten-Kalke, mit Thonmergeln wechselnd	1,5—4,8 m.
Unterer Trochitenkalk	1.	Blaugrauer Kalkstein, mit Letten und Mergeln wechselnd.	

[1]) A. Schmidt. *Die Zinkerzlagerstätten von Wiesloch (Baden).* Mit 3 Tafeln. Heidelberg 1883. Nebst älterer Litteratur.

Von den fünf bei Wiesloch vorhandenen Lagerstätten, deren Form im allgemeinen als die von liegenden Stöcken mit nordsüdlicher Längenerstreckung bezeichnet werden kann, bilden die fast ausschliesslich Galmei führenden drei westlichen das Hesselfeld, die beiden anderen östlich von der Nusslocher Verwerfungsspalte gelegenen dagegen, die z. Th. auch Blende enthalten, setzen das Baierthaler Erzfeld zusammen. Die grösste unter diesen Lagerstätten hat 600 m Länge und 300 m Breite. Alle stellen sie indessen durchaus nicht compacte Erzkörper dar, sondern bestehen vorwiegend aus Kalkstein mit sehr vielen Erzansammlungen in Gestalt einzelner Butzen, die durch erzerfüllte Spalten und Schichtfugen unter einander zusammenhängen. Die einzelnen Butzen sind in der Schichtung des Kalksteins parallelen Zügen geordnet, fliessen auch vielfach zu grösseren Klumpen zusammen. Diese letzteren halten sich dann ihrer Lage nach immer an die Schichtfugen, springen aber gelegentlich einer Spalte nach von einer höheren auf eine tiefere Schicht über.

Neben dem Galmei und local der Blende betheiligen sich an der Zusammensetzung dieser Erzmassen auch rothe Thone und ein thonigkieseliges Eisenerz. Die reichsten und festesten, meist röthlich, selten grau gefärbten Galmeie liegen immer im untersten Niveau.

Mit den Butzen und Zügen stehen zahlreiche fast vertikale Klüfte in Verbindung, die selten nur Thon, häufiger Eisen und Zink haltende Gangletten führen, oder auch mit zinkreichem Brauneisenstein, rothem und braunem Galmei erfüllt sind.

Die „Blendestock" genannte Lagerstätte des Baierthaler Erzfeldes besteht in ihrem südlichen Theile im Gegensatz zu den anderen fast nur aus Eisenkies und Zinkblende, letztere in der Form der Schalenblende, also mit dünnen Zwischenlagen von Bleiglanz und Eisenkies. Diese Blende haltigen Erzpartien liegen übrigens unter dem Grundwasserspiegel.

Da die Blende sich überall leicht vom Nebengestein ablöst, da ihr lagenförmiger Aufbau auf unterbrochene Bildung deutet, und da sie ausserdem in grossen, bis 15 cm dicken und nicht selten 30—40 cm langen Stalaktiten vorkommt, zweifelt A. Schmidt nicht daran, dass sie und die anderen geschwefelten Erze präexistirende Hohlräume erfüllt haben. Dass die betreffenden Lösungen von oben gekommen seien, wie er annimmt, dürfte nicht allgemeine Zustimmung finden. Die Galmeimassen haben den Raum, den sie jetzt einnehmen, nach demselben Autor in der Hauptsache durch Verdrängung des Kalksteins sich erobert. Es wird dies thatsächlich bewiesen durch die in Galmei um-

gewandelten Petrefacten, z. B. durch die völlig vererzten und doch mit allen Einzelheiten erkennbaren Exemplare von Terebratula vulgaris, Lima striata, Encrinus liliiformis u. a. Der ganze Galmei (ausschliesslich Smithsonit) der Wieslocher Lagerstätten ist übrigens nach Schmidt erst secundär aus der Zersetzung von Blende und nach verschiedentlicher Wanderung der daraus resultirenden Lösungen entstanden.

Der Wieslocher Bergbau ist sehr alt. Er ist schon zur Zeit Karls des Grossen und zwar zunächst auf silberhaltigen Bleiglanz betrieben worden. Der Galmeibergbau datirt erst seit 1846. Zur Zeit wird noch im Hessel-Revier von der Gesellschaft „Vieille Montagne" gebaut und jährlich gegen 200 t Galmei erzeugt. Auch bei Baierthal soll der Betrieb wieder beginnen.

14. Die Blei- und Zinkerzlagerstätten von Raibl in Kärnthen.

Raibl liegt südwestlich von Villach und südlich vom Gailthale im Gebiete des schon auf italienischem Boden entspringenden Seebaches, der weiter abwärts Schlitza heisst. Die Höhen rings um den Ort steigen bis zu etwa 1900 m an.

In dieser Gegend herrscht von oben nach unten folgende Gliederung[1] der Schichten:

Torer Schichten mit Pecten filosus etc.
Eigentliche Raibler Schichten mit Myophoria Kefersteini.
Schwarze Mergelschiefer und Kalke mit Carnites floridus.
Bituminöse Fischschiefer mit Fischen, mit Daonella Lommeli und Pflanzen (Voltzia).
Erzführende Dolomite und Kalke.
Cassianer Schichten.

Die Erzlagerstätten gehören also nach dem Alter ihres Nebengesteins der mittleren alpinen Trias an.

Nach F. Pošepny[2]) und der amtlichen Monographie über Raibl[3]), die von W. Göbl redigirt wurde, werden die Schichten in dem am Kleinen Königsberg gelegenen Grubengebiet mehrfach von meist NS. streichenden Verwerfungsklüften, sog. Blättern durchschnitten. Diese veranlassen Verschiebungen bis zu 60 m Sprunghöhe, sind auch durch spiegelnde Rutschflächen und theilweise Umbiegung der anstossenden

---

[1]) E. Kayser. *Geol. Formationskunde.* II. Aufl. 1902. S. 319.

[2]) F. Pošepny. *Die Blei- und Galmei-Erzlagerstätten von Raibl in Kärnthen.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 23. Bd., S. 317—420. Nebst 3 Tafeln. 1873.

[3]) *Geol.-Bergm.-Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei- und Zink-Lagerstätten in Raibl.* Aufgen. von den k. k. Bergbeamten. Herausgeg. vom k. k. Ackerbauministerium. Wien 1903. Mit vollständiger Bibliographie.

Schichtenköpfe deutlich als Verwerfer gekennzeichnet. Selbst an der Oberfläche machen sie sich bemerkbar, indem die tief eingeschnittenen Erosionsschluchten oder Klamme ihrem Verlaufe sich angeschlossen haben.

In der Nachbarschaft dieser Verwerfungsklüfte liegen im erzführenden Dolomit und Kalkstein die Erzmittel und zwar vorzugsweise nahe der Auflagerungsfläche der Fischschiefer und hangenderen schieferigen Schichten.

Zwei getrennte Reviere sind innerhalb der Grubenbaue zu unterscheiden. Das erste birgt inmitten dolomitischer Gesteine Lagerstätten von Zinkblende und Bleiglanz und nur im obersten Horizont daneben auch von Galmei. Das zweite ist das reine Galmei-Revier ohne Blende und nur mit spärlichem Bleiglanz. Das Nebengestein ist hier Kalkstein.

Die sulfidischen Lagerstätten im ersten Reviere geben sich nach Pošepny als deutliche Hohlraumsfüllungen zu erkennen. Ihre Raumentwicklung und Gestalt ist höchst unregelmässig, doch in ihrer ganzen Lage und Anordnung zeigt sich eine solche Abhängigkeit von den Blättern, dass die Ausnagung der Hohlräume sowohl, wie auch ihre spätere Füllung von diesen Verwerfungsklüften ausgegangen sein muss. Fig. 231 giebt ein Bild von dieser Abhängigkeit und Fig. 232, S. 588 zeigt die Anordnung der Lagerstätten im Ganzen und Grossen.

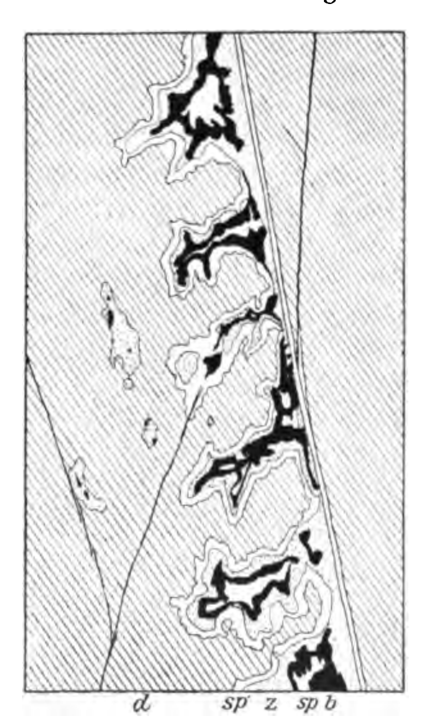


Fig. 231. *Erzvorkommen am Josefi-Blatt beim Nordfeldort des Aloisi-Stolln* nach F. Pošepny.

d Dolomit, *z* Zinkblende, *b* Bleiglanz, *sp* Dolomitspath.

Besonders drei Blattsysteme kommen in Frage: 1. Das Abend- und Morgenblatt nebst Johanniblatt. 2. Das Blattsystem der Strugglschen Erzzüge. 3. Das Blattsystem Vincenzi-Aloisi-Josefi. Sie sind in der Richtung von W. nach O. einander vorgelagert.

An diesen Blättern treten die Erzmittel im allgemeinen als Erzsäulen auf, welche mit der Teufe von N. nach S. vorrücken. Das

wichtigste sulfidische Mittel ist der Haupterzzug am Abend- und Morgenblatt. Es bildet eine unter 45° in die Teufe niedersetzende mit ihrem Streichen dem Streichen der Blätter parallele und an diese angrenzende sehr unregelmässige Platte von 50—140 m streichender Länge und einer Mächtigkeit von 30—70 m. Dieser Erzzug ist bis jetzt auf einer Saigerhöhe von 450 m aufgeschlossen. Zu erwähnen ist auch noch das sog. Hangend- und das Liegendmittel.

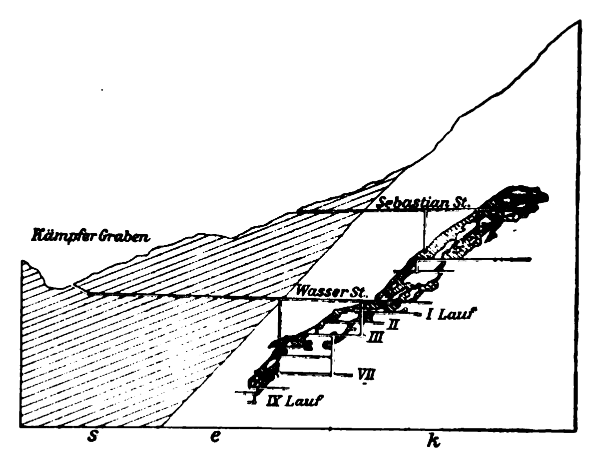


Fig. 232. *Profil des Johanni Klamm-Erzmittels von S. nach N.* nach F. Pošepny.
s Schiefer, *k* Erz führender Kalkstein, *e* Erzmittel.

Diese sulfidischen Erzmittel bestehen aus gebänderter und aus schaliger Blende, aus silberfreiem krystallinen Bleiglanz, etwas Eisenkies und Dolomit in concentrisch-krustenförmigen, den Hohlraumswänden parallelen Absätzen. Der Dolomit bildet gern als jüngste Bildung die drusige Mitte, oft noch mit aufgesetzten Schwerspathkrystallen. Als secundäre Zersetzungsprodukte treten auch Kalkspath, Zinkspath und Weissbleierz auf. Für eine Ausfüllung präexistirender Höhlen sprechen namentlich auch die von Pošepny sehr ausführlich geschilderten Röhrenerze. Sie stammen aus dem centralen Theile gewisser Erz-

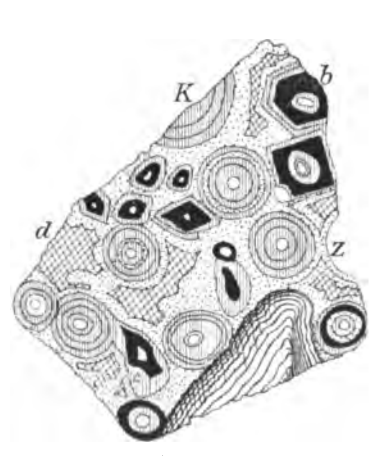


Fig. 233.
Röhrenerz von Raibl nach F. Pošepny.
b Bleiglanz, *z* Zinkblende, *K* Kies, *d* Dolomitspath.



Fig. 234.
Ein röhrenförmiges Bleiglanzkrystall-Aggregat von Raibl nach F. Pošepny.

mittel, wo körniger Dolomit als der relativ jüngste Absatz vorwaltet, z. B. aus dem Strugglschen Grubenbau am 7. Lauf. Es sind abgebrochene hohle Bleiglanzstalaktiten oder Röhren, die concentrisch aus verschiedenem Material, aus zersetzten Kiesen, Blende, auch Galmei und Cerussit zusammengesetzt sind und vielfach in einer Matrix von Dolomitspath eingeschlossen liegen. Manche sind röhrenförmige Aggregate von lauter Bleiglanzoktaëdern. Der Querschnitt ist nicht immer kreisförmig, sondern oft recht unregelmässig. Die Länge der Fragmente geht bis zu 10, der Durchmesser bis zu 2 cm (siehe die Fig. 233 und Fig. 234 nach F. Pošepny).

Im sog. Hangendmittel kommt mitunter das sog. Schiefererz vor, ein geschichteter Dolomit mit Zwischenlagen von Blende und Bleiglanz.

Zwischen den sulfidischen Erzmitteln des Abend- und Morgenblattes und denen am Vincenzi-Aloisi-Josefi-Blatt liegen die Galmeilagerstätten des zweiten Revieres. Hier zeigt sich der Kalkstein von Klüften aus direct, ohne vorherige Hohlraumbildung, in Galmei umgewandelt, so zwar, dass bisweilen noch unvererzte Kerne übrig blieben. Wo der Kalkstein eine Zellenstructur besass, indem seine Masse zwischen der härteren Ausfüllung eines netzförmigen Kluftsystemes weggeführt worden war, dort spiegeln auch die Galmeimassen diese Structur wieder. Die Zellenwände selbst sind hierbei in Galmei verwandelt, die ehemaligen Hohlräume aber mit einem zinkhaltigen erdigen Brauneisenstein, sog. Moth, erfüllt (siehe Fig. 235).

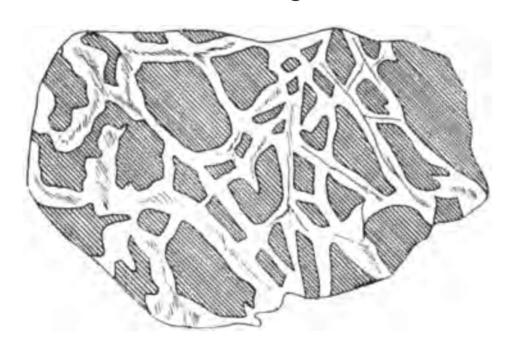


Fig. 235.
Zellengalmei von Raibl nach F. Pošepny.

Der Galmei besteht in Raibl vorherrschend aus Zinkspath (rother Galmei), seltener aus Zinkblüthe (weisser Galmei), Kieselzink kommt nur selten vor. Nach dem Ausgehenden zu werden die Galmeistöcke allmählich durch Brauneisensteinmassen ersetzt, die man nebst fetten, ockerigen, gelben, grünlichen oder braunen Thonen auch in den Hohlräumen des Galmeis antrifft.

Interessante Verhältnisse bietet auch „die Grotte“ dar, ein im Jahre 1892 am 7. Johanni-Firstenlauf angefahrener, mit der „Ostkluft“ zusammenhängender grosser Hohlraum, dessen Wände mit Stalaktiten von Blende und Galmei, sowie auch mit Krystallen von Bleiglanz,

Cerussit und Wulfenit ausgekleidet sind. Diese letztgenannten Bildungen dürften secundärer Natur und durch descendirende Wässer veranlasst sein.

Die ersten mittelalterlichen Anfänge des Raibler Bergbaues sind in Dunkel gehüllt. 1762 kaufte das Aerar mehrere Antheile der Gruben, und damit begann ein lebhafterer Betrieb. Im Jahre 1898 erzeugte das Raibler Revier 2046,9 t Bleierze und 320,6 t Blei, ferner 12384,9 t Zinkerze.

15. Die Erzlagerstätten von Bleiberg in Kärnthen[1].

Bleiberg, ungefähr 12 km westlich von Villach in Kärnthen, ist neben Raibl die wichtigste Stätte des viele Jahrhunderte alten Kärnthner Blei- und Zinkbergbaues. Das Städtchen liegt nach Hupfeld, dessen Darstellung wir uns im folgenden anschliessen, in einer tiefen Thalschlucht zwischen dem Dobratzsch im S. und dem Erzberg im N. Der erstgenannte Berg ist durch den grossen Bergsturz vom Jahre 1348 bekannt, der sich auf seinem dem Gailthale zugekehrten Abhange ereignete.

Das Bleiberger Thal erscheint nach G. Geyer[1]) als eine vom Bleiberger Bruch durchschnittene Synklinale, deren Nordflügel (Erzberg) dem Südflügel (Dobratzsch) gegenüber ungleichmässig in die Tiefe gesunken ist.

Auch die Bleiberger Lagerstätten liegen im erzführenden Kalkstein unmittelbar unterhalb der triasischen Raibler Schiefer. Der erzführende Kalkstein ist bei Bleiberg in sehr schwankendem Verhältniss dolomitisch ($MgCO_3$ 0,1—40%) und umschliesst häufig winzige Quarzkryställchen. Wegen seiner Zerklüftung ist er gerade so wie der die Raibler Schiefer überlagernde Hauptdolomit (hier ausgebildet als bitumenreicher Stinkstein) für Wasser durchlässig, während die Schiefer sich undurchlässig verhalten.

Der Erzberg besteht in seiner Hauptmasse aus erzführendem Kalkstein, nur im N., bei Rubland, und im S., im Bleiberger Thal, wird dieser von Schiefer und Stinkstein überlagert, die Reste eines ehemals über dem Berge sich wölbenden, jetzt denudirten Luftsattels darstellen

[1]) Wichtigste Litteratur: F. Mohs. *Die Gebirgsgesteine, Lagerungsverhältnisse und Erzlagerstätten zu Bleiberg in Kärnthen.* 1810. Manuscript. — C. Peters. *Ueber die Blei- und Zinklagerstätten Kärnthens.* Oesterr. Zeitschr. 1863. S. 173. — E. Suess. *Geogn.-Bergmänn. Skizze von Bleiberg.* Oesterr. Zeitschr. 1869. S. 259—262, 266—267. — F. Pošepny. *Ueber alpine Erzlagerstätten.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870. — Hupfeld. *Der Bleiberger Erzberg.* Z. f. pr. G. 1897, S. 233—247. Nebst vollst. Litteraturverzeichniss. — G. Geyer. *Zur Tektonik des Bleiberger Thales.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1901, S. 338—359.

und dementsprechend dort ein nördliches, hier ein südliches Einfallen zeigen. Der ganze Südabhang des Berges ist in einer grossen Zahl von einzelnen Schollen längs Verwerfungen mit jedesmal nur geringen Sprunghöhen nach S. zu abgesunken.

Auch die Erzlagerstätten des Bleiberges sind zum Theil, wie die von Raibl, deutliche Höhlenfüllungen und finden sich bis auf ganz wenige Ausnahmen im erzführenden Kalkstein. Die Hohlräume haben Schlauchform (Bezeichnung Pošepny's). Die Achsenlinien der Erzschläuche, wie das bereits zu Anfang dieses Jahrhunderts F. Mohs erkannte, sind die Kreuzlinien zweier sich schneidender Ebenen, nämlich der Schichtflächen des erzführenden Kalkes und gewisser Klüfte. Manche Schichtflächen, „Flächen" schlechthin, erweisen sich besonders günstig, „edel", desgleichen gewisse Klüfte. Letztere sind meist durch mächtige Lettenführung, erstere durch deutliche Spuren von einer Wassercirculation gekennzeichnet. Auch sind die Schläuche bisweilen an die unmittelbare Nachbarschaft von sog. Kreuzschiefern gebunden, d. s. Schiefereinlagerungen im erzführenden Kalk, die diesen quer zur Schichtung durchsetzen, angeblich in Klüfte gepresste Raibler Schiefer, wohl Gangthonschiefer - ähnliche Massen.

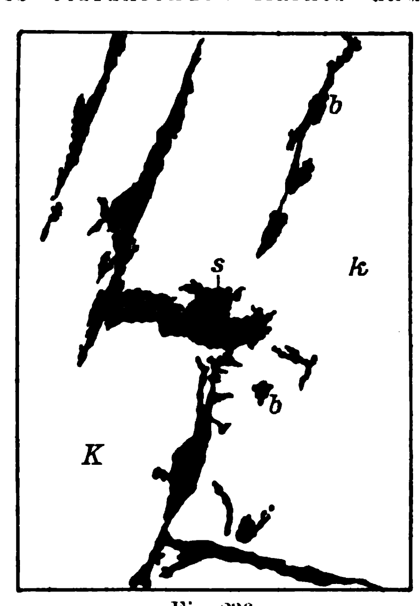


Fig. 236.
Ortsbild vom Wetterthürverhau am Friedrichstolln bei Bleiberg nach Hupfeld.
K(*k*) Kalkstein. *b* Bleiglanz. *s* Schwerspath.

Wie tief die Schläuche oder vielmehr die Züge von Schläuchen hinabsetzen, ist noch nicht festgestellt. Zur Zeit sind gerade die tiefsten, die in mehr als 400 m unter der Thalsohle im Kreuther Reviere liegen, die reichsten. Immer aber sind sie nur auf eine etwa 500 m breite Zone des Erz führenden Kalkes in der Nachbarschaft des Schiefers beschränkt. Einzelne Erzvorkommnisse trifft man übrigens auch im Schiefer selbst und im Stinkkalk. Auch im kleinen folgen die Erzkörper ganz sichtlich den Flächen der Gesteinsablösung, wie das Ortsbild in Fig. 236 zeigt.

Die ausfüllenden Mineralien sind folgende: a) primäre:

Bleiglanz, Zinkblende, Markasit, Schwerspath, Flussspath, Kalkspath, Dolomitspath; b) secundäre: Cerussit, Plumbocalcit, Anglesit, Gelbbleierz (Wulfenit), Zinkspath, Kieselzinkerz, Zinkblüthe, Brauneisenerz, Anhydrit und Gyps. Anhydrit kommt in sehr beträchtlichen Partien vor.

Auch erdpechartige Substanzen wurden beobachtet [1].

Die grosse Reinheit des Kärnthner Bleiglanzes, sein Freisein von Antimon und Kupfer, haben das Kärnthner „Jungfernblei" berühmt gemacht. Das Bleiberg-Kreuther Revier erzeugte im Jahre 1898 4681,5 t Bleierze (davon 53,3 t Gelbbleierze) und 3640,2 t Blei, sowie 3088,8 t Zinkerze.

Ganz ähnliche Verhältnisse weisen die Ende 1897 ausser Betrieb gesetzten Bleierzbergbaue bei Rubland in Unter-Kärnthen auf [2].

16. Die silber- und goldhaltigen Bleierzlagerstätten von Mapimi.

Die grossartigen Lagerstätten von silber- und goldhaltigen Bleierzen bei Mapimi in Mexico bilden nach E. Naumann [3]) ein System von Schläuchen im mittelcretaceïschen Kalkstein. Alle sind an grosse Spalten gebunden und liegen in einer Einbruchszone am Fusse der Buffa, eines 2400 m hohen Kreidekalkklotzes. Die Hauptlagerstätte ist die Ojuela, ein über 30 m im Durchmesser erreichender, bis zu 500 m Teufe aufgeschlossener Erzschlauch. Nach dem uns vorliegenden Material hat die Füllmasse dieser schlauchförmigen Räume folgenden Charakter:

Im unzersetzten Zustande, wie er im sog. Arsenkiesgesenke der Ojuela sich darstellt, sind die Erze vertreten durch Bleiglanz, Arsenkies, Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende, Boulangerit, Rothgiltig, Fahlerz und Antimonglanz, die Gangarten durch Quarz, Flussspath, Schwerspath, Kalkspath, Manganspath und Braunspath. Ein derbes Gemenge von Arsenkies, Bleiglanz, Eisenkies, Zinkblende und Flussspath herrscht unter diesen entschieden vor. In Drusenräumen sind sie auch aus-

[1]) H. Höfer. *Erdölstudien.* Sitzungsber. Kais. Ak. W. Wien. Math.-phys. Cl., Bd. CXI, Abth. 1, Jul. 1902, S. 27. In dieser soeben erschienenen höcht beachtenswerthen Arbeit wird auf die weite Verbreitung von Bituminiten auf Erzlagerstätten aller Art, auch Gängen, und auf die Bedeutung dieser Vorkommnisse für die Theorie von den Gängen hingewiesen. U. a. wird die von uns S. 283 erwähnte Paragenesis von Argentit, gediegen Silber und Anthracit auf den Kongsberger Gängen durch die Annahme von durchstreichenden Kohlenwasserstoffen erklärt nach der experimentell erhärteten Formel: $2\,Ag_2S + CH_4 = 4\,Ag + 2\,H_2S + C$.

[2]) R. Rosenlecher. *Die Zink- und Bleierzbergbaue bei Rubland in Unter-Kärnthen.* Z. f. pr. G. 1894, S. 80—88.

[3]) E. Naumann. *Ueber eine Reise nach Mexico.* Z. d. D. G. G., L. Bd., III. H., 1899, S. 106.

krystallisirt. Der Boulangerit ist gewöhnlich innig mit Sternquarz verwachsen. Da die Oberfläche des Grundwassers in den Gruben der Ojuela erst in grosser Tiefe, erst bei über 500 m Tiefe, erreicht worden ist, wahrscheinlich weil die Bruchspalten die Wasser abziehen, kann das weite Hinabreichen der Bildungen des Eisernen Hutes nicht überraschen. Innerhalb dieser Hutbildung finden sich als secundäre Mineralien Cerussit mit Resten noch unzersetzten Bleiglanzes, Bleiniere (wasserhaltiges Bleiantimonat, zum Theil direct auf dem Boulangerit gebildet), Wulfenit, Galmei (Zinkspath und Kieselzinkerz), Brauneisenstein, Pyrolusit und Antimonocker. Eigentliche secundäre Silbererze sind zwar nicht sichtbar, dürften aber nach dem bedeutenden Ag-Gehalt dieser Erze als fein vertheilte Hornerze vorhanden sein. Auch secundärer Kalkspath und Aragonit sind zu nennen.

Die Mapimi-Erze enthalten im Durchschnitt 18 % Blei, 0,06 % Silber und 6 g Gold pro t. Die Förderung belief sich im Jahre 97/98 (Abschluss am 2. Juni) auf nahezu 70000 t.

Was die Entstehung dieser Lagerstätten betrifft, so dachte E. Naumann an eine Bildung der schlauchförmigen Hohlräume durch die vulkanische Explosivwirkung von Wasserdämpfen und an eine Erweiterung der Schläuche durch das Aufsteigen saurer Fumarolen. Da pyroklastische Producte in der Ausfüllung der Ojuela fehlen, dürften solche gewaltsame Vorgänge unwahrscheinlich sein. Wohl aber mag das Empordringen der den Kalkstein vererzenden heissen Quellen, die als Wege jedenfalls Kreuzlinien tektonischer Spalten benutzten, ein Nachklang vulkanischer Vorgänge sein. Bemerkenswerth ist auch, dass die Kalksteine am Kreuzberg unweit der Ojuela und bei San Ramon eine Contactmetamorphose von Seiten plutonischer Massen erlitten haben. Sie führen gelbe Granaten, Vesuvian, lichten Glimmer und grün durchscheinende Spinelle oder sie sind marmorisirt. Vielleicht steht die Erzbildung auch mit diesen Vorgängen im Zusammenhang.

e) Epigenetische Erzstöcke der Golderzformation.

1. Silber-Golderze in kalkigen Schichten des Cambriums der Black Hills in Dacota[1]).

Diese Vorkommnisse liegen im Bald Mountain, im Portland, im Crown Hill und im Sheeptail Gulch District der Black Hills im Staate Dacota.

[1]) Wichtigste Litteratur: F. C. Smith. Transact. Am. Inst. Min. Eng. 27. Bd., p. 415. — J. D. Irving. *A Contribution to the Geology of the Northern Black Hills.* Annals New York Ac. of Sc., Vol. XII, No. 9, 1899, p. 296—311.

Das den aufgerichteten algonkischen Schiefern discordant aufgelagerte, fast horizontale Cambrium beginnt zuunterst gewöhnlich mit einem Grundconglomerat. Darüber folgt häufig eine Quarzitbank und unmittelbar darauf ein kalkiger Sandstein oder Kalkschiefer, der zum Hangenden die gewöhnlichen Sandsteine und Schiefer der Formation hat, zuweilen auch porphyrische Intrusivdecken.

Die Erzkörper befinden sich innerhalb der kalkigen Schichten unmittelbar über dem Quarzit, in einigen Fällen auch innerhalb von ein paar höher gelegenen kalkigen Horizonten. Sie sind ihrer Gestalt nach sehr unregelmässig, immer aber sehr langgestreckte, in verticaler Richtung nie über die Mächtigkeit der kalkigen Schicht hinaus wachsende Massen, die an ihren seitlichen Grenzen mit dem normalen Schicht-

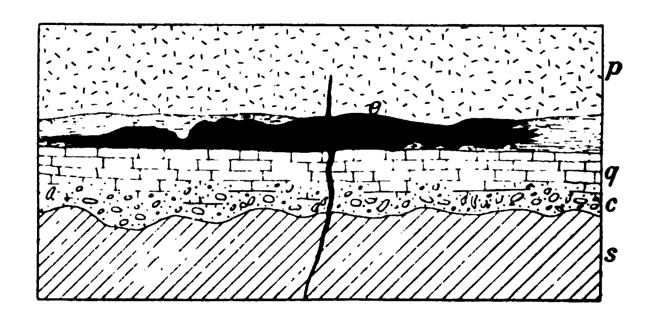


Fig. 237.
Querprofil durch eine Golderzlagerstätte der American Express-Grube nach Irving.

p Porphyr, *ks* kalkige Sandsteinschiefer und kalkige Schiefer, *q* Quarzit, *c* Conglomerat, *s* krystalline Schiefer, *e* Erz. - Profilhöhe 5 m.

gestein wie verzahnt erscheinen (siehe Fig. 237). Der Länge nach werden sie immer von einer verticalen, dieselben Erze führenden Spalte durchzogen, die eine Strecke weit ins Liegende hinunter verfolgt werden kann.

Die Erze bestehen aus kieseligen Massen von drusiger Structur, innerhalb deren Hohlräume man winzige Kryställchen von Quarz, Kalkspath, Flussspath, Pyrit oder dessen Zersetzungsproducte wahrnehmen kann. Obwohl die Erze 124—250 g Tellur, 10—18 g Gold und bis 342 g Silber pro t enthalten, lassen sich weder Freigold noch Telluride als solche darin erkennen. Auch etwas Thallium ist übrigens darin nachgewiesen worden.

In diesen Lagerstätten liegen deutliche Verdrängungsbildungen kalkiger Schichten vor. Die erzführenden Lösungen stiegen, den erwähnten Spalten folgend,

aus der Tiefe auf. Nach ihrer Zusammensetzung, von der Form ganz abgesehen, müssen diese Vorkommnisse mit den gangförmigen Golderzlagerstätten von Cripple Creek parallelisirt werden. Wie diese sind sie durch Tellurgehalt und die Begleitung von Quarz mit Flussspath charakterisirt. Wie wir die sonst in Nordamerika so seltenen Phonolithe im Cripple Creek Revier vorfanden, so treffen wir sie auch hier in den Black Hills an. Die Schächte, mit denen man die Erzlager aufschloss, haben zum Theil phonolithische Intrusivmassen zu durchteufen gehabt, und die erzführenden Spalten, längs welchen die Vererzung des Kalkes erfolgte, halten sich zuweilen am Salband von phonolithischen oder auch porphyrischen Gängen.

Uebrigens finden sich nach J. D. Irving auch im carbonischen Kalkstein der Black Hills (im Ragged Top District) Vererzungszonen von gleicher Zusammensetzung, die aber hier gewöhnlich die Schichten vertical durchsetzen (l. c., p. 311).

2. Die Golderzlagerstätten im Dolomit bei Pilgrimsrest in Transvaal.

Pilgrimsrest liegt im Lydenburger District inmitten des Gebirgslandes zwischen dem Olifantsfluss im N. und dem Crocodilfluss im S. Während das benachbarte Tiefland in der Hauptsache aus Granit aufgebaut ist, wird die von dem 2617 m hohen Mauchberge überragte Bergkette bei Pilgrimsrest nach J. Kuntz[1]) von einem nur wenig geneigten Schichtensystem gebildet, das sich in folgender Weise von oben nach unten gliedert:

3. Sandsteine, wechselnd mit Thonschiefern, mit decken- und gangförmigen Diabas- und Dioritdurchbrüchen.
2. Dolomit, mit Zwischenlagen von Schiefer und von Hornstein, 150—250 m mächtig.
1. Sandstein mit ein paar nicht goldhaltigen oder wenigstens nicht bauwürdigen Conglomeratflötzen und einigen Schieferlagen.

In dem Dolomit sind in sehr verschiedenen Horizonten Goldlagerstätten eingeschaltet, die im allgemeinen als der Schichtung parallele, im einzelnen dieselbe oft überschneidende, ziemlich unregelmässige, lagerartige Körper bezeichnet werden können. Von oben nach unten an einander gereiht sind es die folgenden:

Obere Gruppe	Theta-Reef nebst Chi-, Psi- und Jubilee-Reef. Clewer- oder Morgenzon-Reef. Beta- nebst Frankfort-Reef.
Untere Gruppe	Glynn-Reef. Spitzkop-Reef. Peak-Reefs.

[1]) J. Kuntz. *Ueber die Goldvorkommen im Lydenburger District.* Z. f. pr. G. 1896, S. 433—441. — P. R. Krause in dem Aufsatz: *„Erzführung der Witwatersrand-Conglomerate“.* Z. f. pr. G., 1898, S. 19-21. — A. Bordeaux. *Études sur les champs aurifères de Lydenburg etc.* Ann. d. Mines 9, XI., Paris 1897, p. 300. — J. G. Bousquet. Jaarrapport van den Staats-myning. over het jaar 1896. D. Pretoria 1897.

Die Mächtigkeit dieser Lagerstätten ist sehr schwankend. Beim Glynn-R. z. B. beträgt sie 0—2,13 m, beim Theta-R. 0—2 m, beim Beta-R. 0—0,6 m, selten darüber. Das Clewer-R. ist durch eine Schicht von Wad, Dolomit oder Hornstein in 2 Trümer getheilt, deren Gesammtmächtigkeit 0—1,5 m beträgt.

Meist haben die Lagermassen zur Sohle den Dolomit, in den sie buchtig eingreifen, zum Dach dagegen nicht selten eine Hornsteinbank, in der Beta-Grube auch einmal eine Intrusivdecke von Diorit (Diabas?).

Verwerfungen sind nicht selten. So werden die Lagerstätten der Clewer-Grube durch einen Gang von Diabasporphyrit verworfen.

Da sämmtliche Aufschlüsse noch über dem Grundwasserspiegel liegen, kennt man die mineralogische Zusammensetzung dieser Lagerstätten nur in der Oxydationszone. Ihre Hauptmasse besteht hier aus einem selten compacten und festen, meist schwammig-porösen, zuweilen ganz bimssteinartigen Quarz, der manchmal zu Staub zerfallen ist. Die festen Ausbildungen sind die ärmsten. Das Gold ist sehr fein beigemengt und nur selten mit blossem Auge erkennbar. Ausserdem enthalten die Erzkörper viel Eisenocker und Wad, Klumpen von Kupfercarbonaten, namentlich Kupferlasur und an gewissen Stellen nach uns vorliegendem Material Wismuthocker.

Durch Höhlenbildung im Dolomit nach Ablagerung der Erze und den Zusammensturz des Daches solcher Höhlungen sind die Lagerstätten stellenweise in ganz chaotische Haufwerke verwandelt worden. Da durch seitliche Auslaugung des Dolomites parallel den Schichtfugen an den Ausstrichen die Mächtigkeit dieses Gesteines etwas geschwunden ist, so sind die hangenden Schichten mit den Flötzen hier in ein steileres Einfallen bergauswärts versetzt worden.

Derselbe Dolomit, der übrigens seiner stratigraphischen Stellung nach mit dem Malmani-Dolomit zusammenfallen dürfte (siehe S. 526), wird in dem Gebiet von Pilgrimsrest auch von steil einfallenden Goldquarzgängen durchsetzt. Diese haben eine Mächtigkeit von nur Papierstärke bis 0,15 m und liegen etwa 15 m einer von dem anderen entfernt. Trotz dieser geringen Mächtigkeit lieferten sie bisweilen reiche Erträge an grobem Gold. Am reichsten sollen sie dort sein, wo sie die Schiefer durchsetzen, ärmer im Sandstein, sehr arm im Dolomit. Sie stehen in engen räumlichen Beziehungen zu Dioritgängen.

Die Golderze treten in den lagerartigen Erzkörpern deutlich als metasomatische Verdrängungsbildungen inmitten des Dolomites auf. Es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass man in den Gängen die Zu-

fuhrkanäle zu sehen hat, von denen aus die goldhaltigen Lösungen sich seitlich ins Gestein verbreiten konnten.

Geringe Bedeutung nur haben ein paar Golderzlager inmitten der Schiefer des oberen Sandsteinhorizontes, z. B. das Finsbury und Nooitgedacht-Reef.

Die bergbaulichen Unternehmungen in diesem Gebiet haben im Gegensatz zum Johannesburger Revier mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen, da die Gegend sehr unwegsam ist, und der Grubenbau viel Zimmerung erfordert, die hier in holzarmer Gegend sehr kostspielig ist. Demungeachtet bestehen dort mehrere Betriebe.

Grosse Aehnlichkeit mit den Golderzlagerstätten von Pilgrimsrest besitzen die von R. W. Barrell[1]) beschriebenen der Golden Leaf-Gruben im Beaverhead County im südwestlichen Montana. Im Kalkstein nahe an dessen Auflagerung auf dem Granit befinden sich hier mit goldhaltigem Quarz theilweise erfüllte Hohlräume, die mit schmalen Quarzgängen in Verbindung stehen. Auch im Granit selbst werden Goldquarztrümer wahrgenommen.

f) Epigenetische Erzstöcke der Antimonerzformation.

Die Antimonerzlagerstätten von Kostainik in Serbien.

Antimonerze als Verdrängungsbildungen inmitten von Kalksteinen beschrieb man aus Serbien, in dem Gebiet von Kostainik[2]). Hier sind neben solchen rein metasomatischen Antimonerzkörpern auch gangförmige Vorkommnisse bekannt, die wir der besseren Uebersicht wegen zugleich mit jenen behandeln wollen.

Die Antimonerzlagerstätten der Umgegend von Kostainik liegen ganz im Westen des Landes in einer gebirgigen, waldreichen Gegend im Gebiete der Flüsse Styra und Bornia, die dem Grenzfluss Drina zuströmen, sowie auch im Quellgebiet der Grabiteba. Die Fundstellen bilden einen von NW. nach SO. verlaufenden 16 km langen und 1,5 km breiten Zug.

Die Hauptmasse des dortigen Gebirges wird von lichtgrauen bis aschgrauen, plattig geschichteten Kalksteinen wahrscheinlich triasischen Alters gebildet, die concordant von grauen und schwärzlichen milden Thonschiefern, zum Theil auch von deutlich klastischen Grauwackenschiefern überlagert werden.

---

[1]) R. W. Barrell. *The Mineral Formation of the Golden Leaf Mines.* Eng. Min. Journ. 1897, LXIV, p. 64.

[2]) R. Beck und W. von Fircks. *Die Antimonlagerstätten von Kostainik in Serbien.* Z. f. pr. G. 1900, S. 33—36.

Diese Kalke und Schiefer sind nun an zahlreichen Punkten von Biotittrachyten, bei Ravanitza und wohl auch anderwärts ausserdem noch von Hornblendeandesiten von trachytischem Habitus durchbrochen worden. Diese Eruptivgesteine bilden Gänge, Lagergänge und Stöcke innerhalb jener Schichten, vielleicht auch effusive Massen. Mit ihnen sind die Antimonerzlagerstätten räumlich auf das engste verknüpft.

Die Erze bestehen überall ganz ausschliesslich aus Antimonglanz, der secundär in Valentinit und Stiblith, sowie in andere Formen des Antimonocker umgewandelt ist und nur von wenig Gangarten, nämlich von Quarz und Kalkspath begleitet wird. Als weitere nur sehr untergeordnete Gefährten des Antimonglanzes von secundärer Bildungsart kommen noch hinzu kleine unvollkommen ausgebildete Krystallgruppen von gediegen Schwefel und recht scharf entwickelte, bis hirsekorngrosse Krystalle von Senarmontit.

Die Erze treten in drei verschiedenen Erscheinungsformen auf:

I. Nester und Trümer von Antimonglanz nebst Quarz und Kalkspath im zersetzten Trachyt.

Solche finden sich in den Gruben von Kik und Stolitza.

II. Gänge der Antimonerzformation inmitten der Schiefer.

Bei diesem vorläufig nur auf Rovinè beschränkten Vorkommen handelt es sich um einen unter 30° einfallenden zusammengesetzten Gang. Zwischen zwei parallelen Leitklüften, die in spitzem Winkel die Schichtung und Schieferung des Nebengesteins durchschneiden, befindet sich eine bis über 1 m mächtige Zone von sehr zahlreichen, meist wie die Sprossen einer Leiter quergestellten Trümern. Die liegende Kluft ist immer die reichste, die hangende meist erzleer. Die Quertrümer schneiden an den beiden Leitklüften ab und sind reich an Antimonglanz mit Quarz und Kalkspath. Ausserhalb der von den Leitklüften eingeschlossenen Zone kommen nur taube Kalkspathtrümer vor.

III. Lagerartige Erzmassen.

Die meisten der zahlreichen kleinen Gruben und Schürfe, besonders Zavorie II bis IV, Podstenye, Styra (z. Th.), Dolovie, Ravanitza (z. Th.), Dole, Gutschewo und Brassina bauen jedoch auf lagerartigen Vorkommnissen, die als Liegendes den Kalkstein und als Hangendes die Schiefer haben. Immer ist ein Trachytdurchbruch in der Nähe, auch begleiten häufig schmale Trümer dieses Gesteines das Salband dieser Lagerstätten oder durchsetzen die Erzmassen mit bald parallelem, bald spitzwinkelig dazu verlaufendem Streichen (Fig. 238). Diese Lagerstätten bestehen aus einer dunkelgefärbten, sehr fein krystallinen Quarzmasse, die eng mit büscheligen Aggregaten von Antimonglanz verwachsen ist. Die dunkle Farbe des Quarzes rührt von mikroskopisch kleinen Stäubchen von Bitumen oder Kohle her, die besonders

zwischen den Begrenzungsflächen der winzigen polyedrischen Quarzkörnchen vertheilt sind, aber auch als Einschluss in deren Innern vorkommen. Der Antimonglanz ist meist oberflächlich oder durchaus in Antimonocker, Stiblith oder Valentinit umgewandelt, sehr häufig ist er auch gänzlich wieder ausgelaugt, sodass der graue Quarz nur die Hohlformen der Antimonglanzstengel enthält. Zuweilen ist die quarzige Erzmasse zerdrückt und dann von neuem durch Quarz oder Kalkspath verkittet worden. In solchen breccienartigen Partien kommen auch ganz unregelmässige

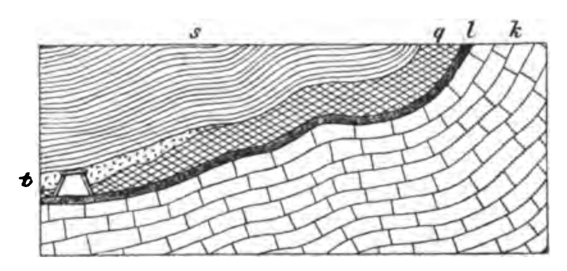


Fig. 238.
Lagerartiges Vorkommen des Antimonerzes bei Kostainik.
q Quarzige Lagermasse mit Antimonerz, *l* Letten, *k* Kalkstein, *s* Thonschiefer, *t* Trachyt.

Drusenräume vor, deren Wände mit Quarzkryställchen besetzt sind, auch hier und dort kleine winzige krystalline Aggregate von gediegen Schwefel und Kryställchen von Senarmontit enthalten. Mitunter, wie z. B. bei Zavorie II, werden die quarzigen Erzmittel von Kalkspathtrümern schräg durchzogen.

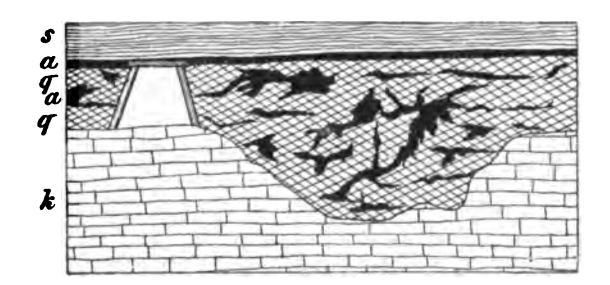


Fig. 239.
Eingreifen des Antimonerzlagers von Zavorie III in den Kalkstein.
a Antimonerz, sonst wie Fig. 238.

Diese Erzmassen sind an manchen Punkten ganz parallel der Schichtung des Schiefers und Kalksteines eingeschaltet und machen so einen lagerartigen Eindruck besonders dort, wo die Grenzfläche zwischen diesen Gesteinen durch Faltung im Querprofil einen gewundenen Verlauf nimmt. In anderen Fällen aber sieht man die erzführende Quarzmasse mit sehr unregelmässigen, oft die Bankung überschneidenden Grenzlinien in die liegenden Kalke eingreifen, sodass die Vermuthung nahe liegt, es seien hier grössere Partien von kohlensaurem Kalk ausgelaugt und durch die quarzige Erzmasse ersetzt worden. Dies wird namentlich durch Fig. 239 veran-

schaulicht, die ein Querprofil durch die 2—6 m mächtige, sehr reiche Erzmasse von Zavorie III darstellt. Die dortige Aushöhlung im liegenden Kalkstein wurde als eine unregelmässige Rinne mehrere Meter weit verfolgt. Am Salband der Erzmittel, und zwar sowohl im Hangenden an der Schiefer- oder Trachytgrenze, als auch im Liegenden finden sich nicht selten schmale Lettenlagen. Ausserdem kommen Lettenklüfte vor, die schräg durch die Erzmittel hindurchsetzen, wie z. B. ebenfalls bei Zavorie III an einer anderen Stelle.

Alle die beschriebenen Erscheinungen scheinen uns darauf hinzudeuten, dass die Antimonerze von Kostainik aus Lösungen abgesetzt sind, die in das bereits fertige Schichtengebäude dieser Gegend eindrangen. Ob diese Lösungen ihren Antimongehalt aus dem trachytischen Herd der Tiefe entnommen haben und ob ihr Aufsteigen vielleicht noch ein Nachklang der Eruptionsvorgänge war, entzieht sich vorläufig der sicheren Beurtheilung, liegt aber jedenfalls sehr nahe. Die Lösungen hinterliessen ihre Absätze nicht nur in den auf ihrem Lauf zunächst benutzten Spalten und Klüften, sondern drangen auch seitlich auf den Schichtfugen des Kalksteines vor, und zwar immer dort, wo ein relativ schwerer durchlässiges Gestein, die Schiefer, ihrem weiteren Empordringen Schranken setzte. An der Gesteinsgrenze stagnirten sie, lösten den liegenden kohlensauren Kalk und tauschten damit ihre mitgebrachte mineralische Last aus.

Aehnliche Lagerstätten in Italien.

Eine Reihe von stockförmigen Antimonerzvorkommen an der Gesteinsgrenze zwischen rhätischem Kalkstein und permischem Schiefer finden sich in Toskana, so bei Rosia unweit Siena, bei Orbetello in der Provinz Grosseto u. a. O. Bei Rosia wird der Antimonglanz theils von Calcit, theils von Quarz begleitet. Das Nebengestein ist verkieselt. Man kennt von dort schöne Krystallgruppen von Antimonglanz, die oberflächlich in Antimonocker umgewandelt sind und Kryställchen von gediegen Schwefel und Valentinit aufsitzen haben.

Auch die in devonischen kohlereichen Schiefern nahe der Silurgrenze eingeschlossenen Antimonerzstöcke der Grube Su Suergiu bei Villasalto auf Sardinien sind hier zu erwähnen.

C. Contactmetamorphe Erzlagerstätten.

Unter dieser Bezeichnung verstehen wir die unter dem Einfluss des Contactmetamorphismus an der Grenze zwischen plutonischen Eruptivmassen und geschichteten Gesteinen innerhalb der letzteren gebildeten epigenetischen Erzlager und Erzstöcke. Das wichtigste Erkennungszeichen und Unterscheidungsmerkmal gegenüber den anderen

epigenetischen Erzlagern und Erzstöcken ist bei den contactmetamorphen Erzlagerstätten die mineralogische Zusammensetzung. Diese zeichnet sich nämlich aus durch die Betheiligung von solchen Mineralien, die wir auch sonst als typische Contactmineralien kennen. Wo sich, wie dies meist der Fall ist, die Erze auf metasomatische Weise in Kalksteinen, Dolomiten oder anderen nur zum Theil Kalkcarbonat enthaltenden Gesteinen angesiedelt haben, finden wir als Contactmineralien besonders den Granat, Epidot, lichtgefärbte Pyroxene, Wollastonit, Vesuvian und andere Kalksilicate, während contactmetamorphe Erzconcentrationen in schieferigen Gesteinen von Andalusit, Chiastolith, Cordierit, Skapolith u. s. w. begleitet sein können. Schwierig wird die Diagnose, wenn das normale Nebengestein zu dem krystallinen Schiefergebirge gehört. Eine scharfe Trennung mancher epigenetischer Erzlager im gewöhnlichen Sinne von den contactmetamorphen im besonderen ist zur Zeit noch nicht möglich. Bei der grossen Aehnlichkeit der Erscheinung gewisser Abarten des Regionalmetamorphismus mit der des Contactmetamorphismus kann dies nicht überraschen. Schon bei der Schilderung der Lagerstätten von Schwarzenberg und von Pitkäranta haben wir auf diese verwandtschaftlichen Beziehungen der beiden Kategorien hingewiesen, die vielleicht bei weiteren Untersuchungen sich als noch enger herausstellen werden.

Eine sehr enge Verwandtschaft in genetischer Hinsicht verknüpft die contactmetamorphen Erzlagerstätten auch mit den magmatischen Erzausscheidungen des ersten Kapitels dieses Werkes. Entstammt doch in beiden Typen der Gehalt an Metallen dem Magma.

Nicht mit Unrecht hat daher W. H. Weed[1]) in seinem sehr anregenden jüngsten Versuch einer wissenschaftlichen Eintheilung der Erzlagerstätten, den contactmetamorphen Lagerstätten einen Platz unmittelbar hinter den magmatischen Ausscheidungen angewiesen.

Das wichtigste Erz der contactmetamorphen Lagerstätten ist das Magneteisenerz. In zweiter Linie sind sulfidische Kupfererze zu nennen, mehr untergeordnet finden sich indessen noch eine grosse Anzahl anderer.

Vielfach werden wir mit den contactmetamorphen Erzlagern und Erzstöcken auch gangförmige Vorkommnisse verknüpft sehen. Ueberhaupt sind manche der hierher gehörigen Erzdistricte, was die Form betrifft, reich an unter sich recht verschiedenartigen Lagerstättentypen, die aber bei der Schilderung im Zusammenhang gelassen worden sind.

---

[1]) *The Genetic Classification of Ore Bodies. — A proposal and a discussion.* Geol. Soc. Am., Jan. 14., 1903 and The Eng. and Min. Journ., Febr. 14., 1903.

1. Die Erzlagerstätten im Contacthof des Granites von Berggiesshübel in Sachsen[1]).

Die Erzlagerstätten von Berggiesshübel im sog. Elbthalgebirge des südöstlichen Sachsens stellen ein besonders genau untersuchtes und typisches Beispiel contactmetamorpher Erzvorkommnisse dar und sollen darum hier zunächst und etwas ausführlicher geschildert werden, obgleich sie längst ihre ökonomische Bedeutung verloren haben.

Bei Berggiesshübel setzen im mässig steil aufgerichteten Schiefergebirge mehrere Granitstöcke auf, unter denen durch seine Grösse und den Umfang seiner Contacterscheinungen der Granitstock von Markersbach die erste Stelle einnimmt. Nahe an seinem westlichen Rand liegt das Grubenrevier des alten Bergstädtchens Berggiesshübel.

Man sieht dort die Ausstriche der verschiedenen Gesteinseinlagerungen der Phyllit- und der Unter-Silurformation sehr deutlich an der Granitgrenze abstossen und weiss aus verschiedenen Aufschlüssen und

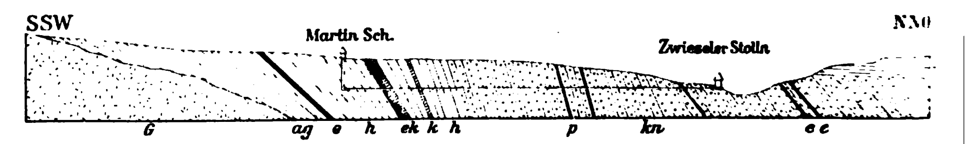


Fig. 240. *Profil durch den Contacthof von Berggiesshübel.*

G Granit von Markersbach, *ag* Andalusitglimmerfels *h* Hornblende- und Salitschiefer, *kn* Knotenschiefer. *e* Erzlager, *k* krystalliner Kalkstein, *p* Quarzporphyr, *t* Unter-Turon und Cenoman.

sonstigen Erwägungen, dass die Oberfläche des Eruptivstockes ziemlich flach unter das so durchsetzte Schiefergebirge einschiesst. Die auf diese Weise dem Granit benachbarten und zum Theil auflagernden Sedimentgesteine sind einer starken Contactmetamorphose unterworfen gewesen.

Speciell in der Silurformation wurden aus den Thonschiefern Hornfelse, Hornschiefer und Knotenschiefer, aus den Diabastuffen oder Schalsteinen aber verschiedenartige Hornblendeschiefer, besonders Aktinolithschiefer, auch gebänderte Salit-Hornblendeschiefer. Die den Thonschiefern und besonders den Schalsteinen eingeschalteten Kalklager jedoch wurden zu Marmorlagern oder theilweise zu Salit-Granatfelslagern oder endlich zu Magneteisenerzlagern (siehe das Profil in Fig. 240).

[1]) Litteratur: R. Beck. *Erläuterungen zu Sect. Berggiesshübel der geol. Spezialkarte von Sachsen.* Leipzig 1889. S. 25—60. — H. Müller. *Ueber die Erzlagerstätten der Umgegend von Berggiesshübel* (zur geol. Spezialkarte von Sachsen). Leipzig 1890. Mit einer Erzlagerkarte und einer Profiltafel. Giebt ältere Litteratur an.

Man kann diese Kalklager in der Richtung von NW. nach SO., in ihrem Streichen, auf sehr weite Strecken hin, an vielen guten Aufschlüssen, tiefen Kalkbrüchen und natürlichen Entblössungen, von Maxen über das Dorf Biensdorf und Gersdorf bis dorthin verfolgen, wo sie in den Contacthof des Granites eintreten. Auf dieser ganzen Strecke aber sind diese Kalksteine erzleer, ein paar ganz unbedeutende Roth- und Brauneisenerzlager ausgenommen, die ganz local z. B. bei Nenntmannsdorf, an ihrer Grenze gegen die Schiefer hin aufsetzen.

In dem Contactbereich jedoch ist aus diesen Lagern theilweise oder gänzlich der kohlensaure Kalk verdrängt worden und durch die Ausscheidungen aus eingewanderten Silicat- und Erzlösungen, wie Salit, Granat, sowie Magnetit und verschiedene sulfidische Erze ersetzt worden. Die Vertheilung des Marmors, der Kalksilicate und der Erze innerhalb der Lager ist eine sehr merkwürdige und mannigfaltige und wirft auf die Art dieser Verdrängungsmetamorphose ein gutes Licht.

Zunächst sei darauf hingewiesen, dass der Marmor noch deutlich die lagenförmige Schichtung des ursprünglich dichten silurischen Kalksteines, aus dem er hervorging, erkennen lässt. Auch die im dortigen Silur nicht seltene Wechsellagerung zwischen dünnen Kalksteinlagen und Schalsteinschichten wiederholt sich im Contacthof zwischen Marmor und Hornblendeschiefer, nur ist der Kalkstein dort, wo er dünne Schmitzen und Lagen bildete, meist durchweg in ein lichtgrünliches Pyroxengestein umgewandelt worden.

An den grösseren Kalklagern im Contact bemerkt man nicht selten eine Zusammensetzung aus einzelnen Marmorlagen, die durch solche von Salitgranatgestein getrennt werden, und ebenso eine dünnschichtige Wechsellagerung zwischen Granatfels und Magneteisenerz. Gewöhnlicher aber sitzen mitten im Marmor und dessen Schichtung überschneidend ganz unregelmässige Nester und Klumpen von Magneteisenerz. Sie greifen alsdann häufig mit zackigen oder trümerartigen Ausläufern in den Marmor hinein. Stellenweise, wie z. B. im Kalksteinbaue auf dem Hermann Schacht wurden sogar unregelmässig gangförmige Massen von Magneteisenerz inmitten des Kalksteines beobachtet. Im allgemeinen hält sich das Erz besonders an der liegenden Grenze des Marmorlagers, schwillt von hier aus häufig an, durchschneidet mit seiner hangenden Grenze quer die Schichten des Marmors und verdrängt ihn auf weite Strecken gänzlich, stellenweise in einer Mächtigkeit von 5 m (Fig. 241). Endlich werden die Erzkörper zuweilen von verzweigten und unter einander netzartig verknüpften Trümern des Granatgesteines durchzogen. Die Erzmasse scheint hiernach zerbrochen

gewesen zu sein, die Infiltration der Granat liefernden Lösungen aber nach dieser mechanischen Beeinflussung noch fortbestanden zu haben. Auf Zerreissungserscheinungen während der Contactmetamorphose beim Uebergang des dichten Kalksteins in Marmor weisen auch die häufigen Trümer von grobblätterigem Kalkspath hin, die den schwärzlichen Marmor als weisse Bänder durchziehen, sie scheinen noch während des Vorganges als Primärtrümer entstanden zu sein. Sie führen bisweilen etwas Granat.

Ausser Magneteisenerz nehmen an der Zusammensetzung der dortigen Erzlager noch andere Erze Theil, vor allem Kupfererze, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, selten Kupferfahlerz. Daraus sind auch eine Reihe secundärer Kupfererze hervorgegangen, Malachit u. s. w. Weniger häufig beigemengt sind Schwefelkies, Arsenkies, Bleiglanz und Zinkblende.

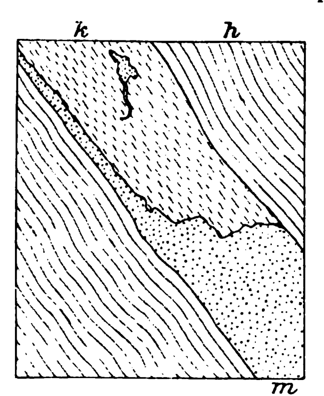


Fig. 241. *Profil durch das Mutter Gottes-Lager von Berggiesshübel.*
h Hornblendeschiefer u. Aktinolithschiefer. *k* krystalliner Kalkstein, *m* Magneteisenerz.

Steht die spätere Einwanderung aller dieser Erze in die dortigen Kalksteinlager unumstösslich fest, so können über die Herkunft der metallhaltigen Lösungen noch Zweifel bestehen. Zwei Annahmen sind hier in Frage zu ziehen. Entweder die betreffenden Metallverbindungen waren ursprünglich im Nebengestein, besonders in den Diabastuffen fein vertheilt und wurden erst durch die Contactmetamorphose durch Umlagerung vermittelst der vom Granit ausgehenden „agents minéralisateurs" im Kalkstein nach Austreibung von dessen Kohlensäure concentrirt, oder sie wurden direct vom Granit aus grosser Teufe mit emporgebracht und in den überhitzten Eruptionswassern gelöst in das Nebengestein infiltrirt. Da aber alle die Hornblendeschiefer und Hornfelse im Contact ebenfalls eisenreich sind, viel eisenreicher als anderwärts abseits vom Contact, hat die Annahme einer Zufuhr vom Granit her die meiste Wahrscheinlichkeit für sich.

Dies wird noch wahrscheinlicher dadurch, dass dort im Contactbereich auch Erzgänge bekannt sind, die namentlich Kupfererze führen, und theilweise durch die Erzlager hindurchsetzen. Sie scheinen die Hauptzufuhrkanäle der metallischen Lösungen vom Granit her darzustellen.

Neben diesen Kupfererzgängen kennt man in den dortigen metamorphischen Kalksteinlagern endlich auch Zinnerz führende Trümer. Sie bestehen aus Orthoklas, Flussspath, Quarz und Lithionglimmer in zonaler Vertheilung. In ihrer Nachbarschaft konnte A. W. Stelzner in gewissen wesentlich aus Chlorit bestehenden Lagen der Lager auch Zinnstein neben Kupferkies und Schwefelkies als Imprägnation entdecken.

Sonach ist der Markersbacher Granit mit einer aus sehr mannigfachen Metallverbindungen zusammengesetzten Aureole umgeben.

Der ehemals nicht unbedeutende Eisenerzbergbau von Berggiesshübel ist zur Zeit erloschen.

2. Die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg im Riesengebirge.

Nach den neuesten Untersuchungen von G. Berg[1]) haben auch die Schmiedeberger Magneteisenerzlager einen Platz unter den contactmetamorphen Lagerstätten zu beanspruchen.

Das genannte Städtchen liegt am Nordabfall des Gebirges dicht unterhalb des aus dem Hirschberger Kessel nach Landshut hinüber führenden Passes und noch innerhalb eines ausgedehnten Gebietes von jüngerem porphyrartigem Granit. Die in den Gruben der Bergfreiheit oberhalb vom Orte aufgeschlossenen Erzlagerstätten dagegen entfallen in die südlich an jenen Granit anstossende NNO. streichende Zone von steil aufgerichteten, schieferigen krystallinen Gesteinen. Diese bestehen im NW. namentlich aus gneissartig gestreckten archäischen Graniten mit Zwischenschichten von feinschuppigen Gneissen und Glimmerschiefern, weiter nach SO. hin aus Amphibolschiefern und chloritischen Glimmerschiefern mit Kalklagern. Die Erzlager im besonderen bilden Einlagerungen in einer an die Gneisse und Glimmerschiefer sich anschliessenden Gruppe von Kalksteinen, Amphiboliten, Biotit- und Muscovitschiefern. Die Kalksteine dieser erzführenden Schichtenfolge sind immer körnig-krystallin und verrathen durch ihren Uebergang in Kalksilicatgesteine mit Granat, salitartigem Pyroxen, Epidot, Amphibol, Chlorit, Vesuvian, Skapolith, Fluorit, Spinell und Titanit ihre contactmetamorphe Beeinflussung durch den nahen porphyrartigen Granit. Mit diesem hängen wohl auch die „Riegel" genannten, die Erzlager durchsetzenden schwebenden Gänge eines pegmatitähnlichen Gesteines genetisch zusammen, und endlich dürfte die Concentration des Erzes eine Contacterscheinung sein.

Man unterscheidet in den Gruben 10 Erzlager, die aber in keinem Querprofil alle zugleich entwickelt sind. Die Mächtigkeit der bauwürdigen Partien beträgt gewöhnlich 2—3 m, selten darüber, bis 7 m. Die meisten haben Kalksteine zum Hangenden und Biotit- oder Amphibolschiefer zum Liegenden. Im körnigen Magnetit der Lager sind oft Chlorit, Granat, Pyroxen, Epidot und Calcit, zuweilen auch Pyrit, Magnetkies und Kupferkies eingesprengt. Die Sulfide zusammen mit Calcit durchtrümern als sichtlich zuletzt gebildete Mineralien die Kalksilicatgesteine.

[1]) G. Berg. *Die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg im Riesengebirge.* Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanst. 1903. (Giebt die vollst. Litt. an).

Schmiedeberg soll bereits 1148 als Bergstadt gegründet worden sein. In neuerer Zeit hat der bis dahin vielen Wechselfällen unterlegene Betrieb wieder Aufschwung genommen. Die Grube Bergfreiheit förderte in dem 1899 abgeschlossenen Betriebsjahre 24000 t Eisenerz mit einem Eisengehalt von 50—60%.

3. Die Eisenerzlagerstätten des Schwarzen und Gelben Krux.

Die Magneteisenerze des Schwarzen und Gelben Krux bei Schmiedefeld unweit von Suhl in Thüringen können nach den petrographischen Untersuchungen von K. Schlegel[1]) jetzt sicher als contactmetamorphe Bildungen aufgefasst werden.

Ein Turmalin führender Granit, der nahe dem Erzvorkommen auch Allanit und Flussspath enthält, hat an den Kruxzechen cambrische Thonschiefer durchbrochen und am Contact in Hornfelse umgewandelt, die bald durch Cordierit, Turmalin und Granat, bald durch Andalusit und Sillimanit charakterisirt sind. Auch Turmalinquarzite finden sich vor. Dieser Contactzone gehören die wahrscheinlich bereits zu Anfang des 10. Jahrhunderts bebauten Magneteisenerze an. Ihrer körnigkrystallinen Masse ist immer Flussspath, häufig auch Wolframit, Molybdänglanz, Eisenglanz, Allanit, Baryt und Pyrit beigemengt. Manchmal gesellt sich viel Quarz hinzu. Durch einen der verfallenen Schächte sind auch grünlich gelbe Granatfelse gefördert worden mit beigemengtem Calcit, Baryt, Feldspath und Magnetit. B. v. Cotta erwähnt endlich einen Zinngehalt der Erze.

Wir halten dafür, dass die Erzlagerstätten aus einer contactmetamorphen Vererzung kalkiger Zwischenschichten hervorgegangen sind.

4. Die Contactlagerstätten im Banat.

Südlich von dem aus Siebenbürgen hervortretenden Temes-Fluss zieht sich von NNO. gegen SSW. ein im Mittel etwa 800 m hoher Gebirgszug zur Donau und weiterhin nach Serbien fort. Dieses Gebirge besteht aus stark gefaltetem Glimmerschiefer, Gneiss, Granulit, Quarzit, dann flötzführenden Carbonschichten, rothem permischen Sandstein und Kalksteinen der Jura- und Kreideformation.

Die genannten Sedimente stellen die Ausfüllung grosser Synklinalen der archäischen Schiefer dar und erstrecken sich infolgedessen in langgezogenen Mulden parallel zur Hauptstreichrichtung des Gebirges.

Eine weithin bis nach Serbien hinein erkennbare Dislocationsspalte mit nordsüdlicher Streichrichtung durchsetzt dieses kurz skizzirte Gebirge, schneidet die mesozoischen Schichten scharf gegen W. ab und ist der Weg jüngerer Eruptivgesteine gewesen. Letztere lassen sich.

[1]) K. Schlegel. *Die Magneteisenerzlager vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Wald.* Z. d. D. G. G., 54. Bd., 1902, S. 24—55. Giebt die ältere Litteratur von Krug von Nidda, H. Credner und B. v. Cotta an.

allerdings nicht in vollständigem Zusammenhang, auf eine Erstreckung von 78 km nachweisen (siehe die Kartenskizze in Fig. 242). Mit allen im Banate auftretenden Erzlagerstätten stehen diese Eruptivmassen in enger genetischer Beziehung.

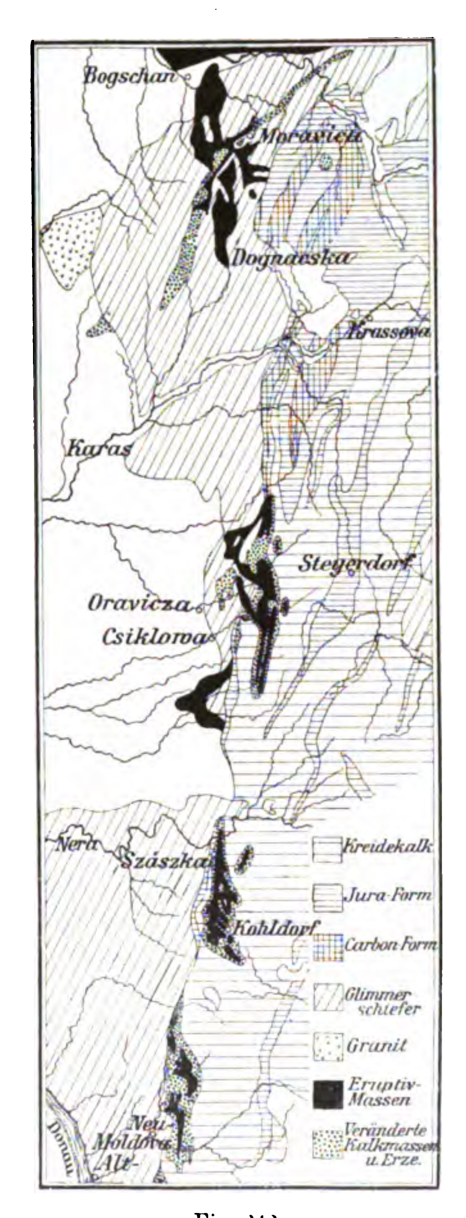


Fig. 242.
Geologische Uebersichtskarte über das Erzgebiet des Banates, nach den Aufnahmen d. k. k. österreichischen Staatseisenbahn-Gesellschaft veröffentlicht von E. Suess.

Der Banater Bergmann fasst diese Gesteine von wechselnder Ausbildung, von granitischer, porphyrischer und wohl auch felsitischer Structur, unter dem Namen „Syenit" zusammen. v. Cotta nannte sie „Banatite", während vom Rath und Niedzwiezki den weitaus verbreitetsten Typus nach genauen petrographischen Untersuchungen Quarzdiorit, Szabo dagegen Quarz-Andesin-Trachyt nennt. Nachdem v. Halavats gezeigt hat, dass das fragliche Gestein südöstlich von Raffina eine Scholle des Leithakalkes überlagert, kann es zweifellos unter die jüngeren Eruptivgesteine eingereiht werden. Nach den Untersuchungen von Szabo bestehen die Banatite aus einem triklinen Feldspath, einem monoklinen Amphibol, Biotit und Quarz, zu welchen Gemengtheilen sich ziemlich constant, aber doch untergeordnet Orthoklas gesellt. Das Gestein dürfte also unter die Klasse der Andesite und zwar der Quarz-Andesite oder Dacite gestellt werden. Bemerkenswerth ist indessen, dass die

Structur der typischen Ausbildung eine völlig krystallinische ist, Glassubstanz fehlt vollständig. Aus diesem Umstande und aus der ganzen Lagerungsform des Gesteines kann geschlossen werden, dass man es mit einem in der Tiefe erstarrten, kieselsäurereichen, andesitischen Magma zu thun hat, dessen Structur die eines plutonischen Gesteines ist, dessen Apophysen aber auch porphyrischen und sogar felsitischen Charakter tragen können.

Wo dieses dacitische Gestein mit den mesozoischen Kalken in Berührung kam, hat es entsprechend seiner plutonischen Natur bedeutende Contacterscheinungen hervorgerufen. Einerseits ist der dichte Kalkstein in Marmor umgewandelt und andererseits haben sich typische Contactmineralien wie Granat, Vesuvian, Wollastonit, Tremolit, bläulicher Kalkspath und strahliger Pyroxen gebildet. Auch tritt häufig ein Kalksilicat-Hornfels auf, welcher wohl aus einer mergeligen Kalksteinschicht hervorgegangen sein dürfte.

Diese Gebilde werden unter dem Namen „Lager-" oder „Gangarten" oder „Scheidung" zusammengefasst und erreichen stellenweise eine Mächtigkeit bis 300 m (südl. der Grube Arpad bei Dognacska). Meist treten sie naturgemäss am Contact von Dacit und Kalkstein auf, doch finden sie sich auch zwischen archäischen Schiefern und Dacit und archäischen Schiefern und Kalkstein eingeschaltet. Jedenfalls ist das Eruptivgestein immer in der Nähe anzutreffen, wie denn nach Beobachtungen vom Rath's das ganze Gebiet von eruptiven Gängen durchädert zu sein scheint.

Die mikroskopische Untersuchung des sog. „Granatfelses", des am häufigsten auftretenden Contactproductes, welches makroskopisch ausschliesslich braune oder gelblichgrüne, oft schön krystallisirte Granatindividuen erkennen lässt, ergiebt nach Sjögren, dass neben dem genannten Hauptgemengtheil nicht unwesentlich Mineralien der Amphibolgruppe, Quarz, Pistacit und Calcit theilnehmen. An diese Lagerarten ist die Mehrzahl aller Erzvorkommen gebunden, ohne dass indess Erzkörper im reinen Kalkstein oder andererseits im Dacit unmittelbar am Contact etwas ungewöhnliches wären. Alle Vorkommen sind durch Unregelmässigkeit sowohl in der Ausdehnung, als in der Erzführung charakterisirt. Oft erscheint die ganze Contactzone fein mit Erz imprägnirt und durchädert, dann wieder treten nur unregelmässige Nester auf, während an anderen Orten vorzüglich massige Erzkörper, die Erzstöcke, einbrechen. Auch gangähnliche Massen sind beobachtet worden. Ebenso vielseitig wie die Form des Vorkommens ist die Natur der Erze. In der grossen westlichen Sedimentzone waren es in der

Hauptsache Kupfererze, welche den Bergbau veranlassten. Es traten auf: Kupferglanz, Buntkupfererz, Fahlerz, Kupferkies und Pyrit, dann weiter Bleiglanz, Zinkblende, Magnetit und an vereinzelten Fundpunkten gediegen Gold, Arsenkies, Antimonglanz, Molybdänglanz und Speiskobalt.

Alle diese Bergbaubetriebe, die sich um die Ortschaften Neu-Moldova, Szaska, Csiklova und Oravicza ausdehnten, haben eine uralte Geschichte. Zur Römerzeit standen sie in hoher Blüthe, während sie heute fast alle darniederliegen. Von Bedeutung ist heute nur noch das Eisenerzvorkommen von Dognacska und Moravicza, welches an die kleinere, östlich vom Hauptgebirgszug gelegene Kalksteinzone geknüpft ist. Eine grössere wirthschaftliche Rolle spielt dieser Eisenerzbau, welcher Magnetit, Roth- und Brauneisenerz producirt, seit dem Anfang des 18. Jahrhunderts. Die Production betrug 1890 etwa 1000000 t, welche zum allergrössten Theil das Eisenwerk von Reschitza consumirt. In früheren Zeiten war Dognacska auch als Kupfererzlagerstätte bekannt, und auch heute brechen mit den Eisenerzen nicht selten Kupfer-, Blei- und Zinkerze ein, allerdings ohne für den Betrieb von irgend welcher Bedeutung zu sein.

Von Interesse ist es, dass die Erze, vor allem diejenigen der oben erwähnten Kupfererzgruben meist einen kleinen Goldgehalt besessen haben und weiter, dass der Dacit stellenweise (z. B. bei Moravicza) von echten Goldquarzgängen durchsetzt wird, welche in der quarzigen Gangart Pyrit führen und die aussergewöhnliche Eigenschaft besitzen, Magnetit fein eingesprengt zu enthalten (s. Marka S. 339).

Im folgenden sollen die einzelnen Grubengebiete von Süden nach Norden fortschreitend kurz beschrieben werden:

Neu-Moldova. Wohl eines der ältesten Bergbaugebiete; denn hier lagen unweit der römischen Station Versecia, die „hundert Schächte" (Centum putea), welche Tacitus erwähnt. Auf der Grenze von Kreidekalk und Glimmerschiefer erscheinen vielverzweigte Dacit-Durchbrüche, welche die oben beschriebenen Contactbildungen veranlassten. Neben dem Granatfels scheint für dies Gebiet vor allem Silicatbildung in den kalkigen Schichten, also Hornfelsbildung, charakteristisch zu sein. Vor 1860 wurde lediglich auf Kupfererze gebaut. Es fanden sich vor allem Kupferglanz, Buntkupfererz, Kupferkies und die aus diesen Sulfiden hervorgegangenen Salze. Auch gediegen Kupfer soll häufig eingebrochen sein. Später beschränkte sich der Abbau lediglich auf Schwefelkies, der in grossen Massen die Erze begleitet. Von besonderer Bedeutung sind zwei mächtige Kiesstöcke — der Johann-Evangelista-Kiesstock und der Fridolin-Kiesstock — welche beide am Contact von Granatfels und Dacit lagern.

Die Gewinnung fand lediglich zur Schwefelsäurefabrikation statt.

Von Interesse ist es noch, dass früher im Süden des Benedikter Gebirges Bleierze abgebaut wurden, die in Zusammenhang mit einem Hornstein standen, welcher in zahlreichen Quarzdrusen Flussspathoktaëder enthielt (s. v. Cotta, S. 48).

Szaska liegt hart an der Westgrenze des grossen westlichen Sedimentzuges. Der Dacit tritt hier in einem 9—10 km langen, im Durchschnitt 100—400 m breiten Zuge zu Tage und sendet beiderseits unzählige Apophysen und kleinere Massive aus (s. vom Rath S. 48). Die Contactbildungen sind quantitativ nicht so bedeutend

wie an anderen Orten, das Vorkommen entspricht jedoch sonst demjenigen von Neu-Moldova ziemlich vollständig. Im nördlichen Theil dieses Grubengebietes brachen meist reiche Kupfererze ein, und scheint Tremolit ein bevorzugtes Gangmineral gewesen zu sein (s. Castel, S. 441). Die wichtigste Grube ist „Ritter St. Georg", in welcher die Erze, im wesentlichen Kupferkies und Schwefelkies, in unregelmässig gestalteten und vertheilten Nestern aufzutreten pflegten, die in ihrem Zusammenhang aber dennoch eine dem Contact parallele Zone darstellen (s. v. Cotta, Fig. 12. S. 53). Im Süden dieses Gebietes bei den Ortschaften Maria Schnee und Kohldorf überwiegen die Eisenerze theils als Oxyde, theils noch als Sulfide, die Kupfererze bei weitem.

Oravicza-Csiklova liegt etwa 18 km nördlich von Szaska. Die Contactgebilde sind auch hier die Haupterzträger, doch finden sich keine oder nur selten compacte Erzkörper, vielmehr durchädern die Erze in feiner Vertheilung eine bestimmte Zone der Contactmasse, die dann das sog. Erzstockwerk ausmacht. Andere compactere Erzmittel, sog. Butzenwerke, haben nur untergeordnete Bedeutung besessen. Nach Marka (s. S. 313) scheinen die verschiedenen im Contact stehenden Gesteine verschiedenartige Erze zu bedingen. So traten im Contact von Dacit und Kalkstein im wesentlichen Pyrit und Kupferkies, in demjenigen zwischen Syenit und Hornschiefer Kupferkies, Arsenkies und Fahlerze auf, während zwischen Dacit und Glimmerschiefer nur selten Erze beobachtet wurden. Die reichsten Erzmassen brechen am Contact von Granatfels und Kalkstein ein, und zwar treten auf: Kupferkies, Fahlerz, Arsenkies, Zinkblende, Bleiglanz und Schwefelkies. Die wichtigsten Gruben waren der Baron- und Speis-Schacht bei Csiklova (s. v. Cotta, Fig. 13). Als echte Gangvorkommen müssen erzführende Klüftchen im Dacit bezeichnet werden, die in der Hauptsache Kupferkies und Pyrit führen. An den Kreuzungspunkten haben sie sich oft als sehr reich erwiesen und Veranlassung zu bergmännischen Arbeiten gegeben (s. Marka). Sehr merkwürdig ist weiter eine Goldlagerstätte ein wenig nördlich von Oravicza gelegen, welche durch den Elisabetha-Stolln aufgeschlossen ist. Wie alle soeben beschriebenen Gruben ist auch sie heute auflässig. Ein trichterförmiger Schlund von dreiseitigem Umriss und etwa 180 m Durchmesser in der Stollnsohle wird von bläulichem Kalkmergel, Granatfels und Glimmerschiefer begrenzt. Der ganze Raum ist nun mit einer lettigen, stellenweise sandigen Masse angefüllt, in der Fragmente von Kalkstein, Granatfels und Glimmerschiefer, sowie einem granitähnlichen Gestein (wohl eine Dacit-Modification, da Marka Einschübe von „Syenit" erwähnt) gebettet sind. Sowohl in der lettigen Ausfüllung, als in zarten Klüftchen der Fragmente tritt Freigold auf, und zwar in Form von zarten Blättchen oder Körnchen, seltener auch drahtförmig. An begleitenden Erzen brechen ein: Pyrit, Kupferkies, Fahlerz, Wismuthglanz und Speiskobalt. Beide letztgenannten Mineralien werden als günstig für die Goldführung angesehen (s. Marka, S. 455). Nach den Beschreibungen scheint eine Reibungsbreccie, das Product einer nach Metamorphosirung des Kalkes stattgefundenen Gebirgsbewegung, vorzuliegen, in die Nachschübe von dacitischem (?) Magma eingedrungen sind. Dass der Dacit als Goldträger auftreten kann, zeigen ja die oben erwähnten Goldquarzgänge im Dacit unweit von Moravicza.

Moravicza-Dognacska. In der Nähe dieser Ortschaften geht, wie erwähnt, heute allein noch Bergbau um. Das Magnetit-Vorkommen ist an eine östlich

vom Hauptzuge des Banater Gebirges gelegene Kalksteinzone der Kreideformation (nach Halavats) geknüpft. Der Kalkstein stellt eine eng zusammengepresste Mulde in den archäischen Schiefern (Glimmerschiefer, Phyllit, Granulit und Quarzit) dar, welche sich von Ezeres im Norden bis nach Kalina im Süden mit einer zweimal unterbrochenen Längenausdehnung von 17 km und einer Breite von 30—100 m erstreckt. Dieser Kalkzug wird ungefähr in der Mitte von einer NW. streichenden bedeutenden Eruptivmasse unter einem spitzen Winkel durchschnitten, so dass auf eine grosse Strecke eine innige Berührung beider Gesteine resultirt. Aus diesem Grunde ist die Kalksteinmulde z. Th. mit einem Mantel von Contactgebilden umgeben, und zwar so, dass diese einerseits zwischen Kalkstein und Dacit und andererseits zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer auftreten (siehe das Querprofil in Fig. 243). Das Tiefste dieser Kalkmulde ist nach Profilen von Marka in den einzelnen Gruben bei verschiedener Teufe erreicht worden, so dass über die Natur der Lagerung kein Zweifel bestehen kann (s. Marka, Profiltafel). Der Contactmantel besitzt eine Mächtigkeit von 20—300 m, im wesentlichen besteht er aus dem oben näher beschriebenen Granatfels, doch treten auch Tremolit und ein schwarzer

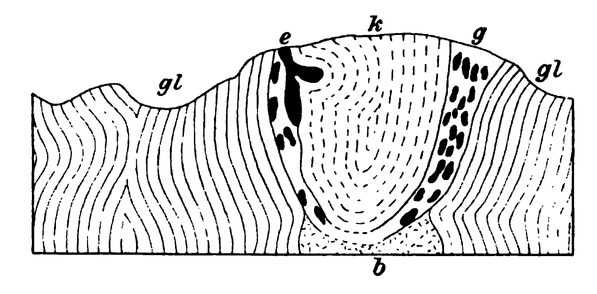


Fig. 243.
Querprofil durch die Kalksteinmulde von Moravicza bei der Grube Paulus nach dortigen Grubenrissen.
gl Glimmerschiefer, *k* krystalliner Kalkstein, *b* Banatit, *e* Magneteisenerz, *g* Granatfels.

strahliger Pyroxen auf, sowie die aus den verschiedenen Contactproducten hervorgegangenen secundären Erscheinungen, wie Serpentin, Allophan, Schweizerit, Chlorit u. s. w. In diesen „Lagerarten" ist der Magnetit theils unregelmässig vertheilt, theils in massigen bis 150000 t schweren stockartigen Erzkörpern eingelagert. U. d. M. scheinen Granat und Magnetit von gleichzeitiger Entstehung zu sein, worauf auch lagenförmige Verwachsung von Granat und Magnetit weist (sog. Banderz).

Die wichtigsten Gruben sind: Eleonora, Paulus, Theresia auf dem nördlichsten Theil der Kalkzone, Reichenstein, Carolus, Delius, Arpad, Juliana und Archangel auf dem mittleren Theil.

Früher wurden auch Kupfererze im Gebiet von Dognacska abgebaut, heute haben alle Erze, welche neben den Eisenerzen, Magnetit, Hämatit und Limonit, auftreten, für den Betrieb keinerlei Bedeutung. Als vorkommende Mineralien werden angegeben: Bleiglanz mit seinen secundären Salzen, Buntkupfererz, Kupferkies, Fahlerz, Zinkblende, Galmei, Pyrolusit, Pyrit, Gold, kurz alle Erze, welche wir auf den oben erwähnten Lagerstätten als wesentlich kennen lernten. Von Interesse dürfte

noch das von vom Rath auf Grube Arpad beobachtete Auftreten von Gängen und Trümern von Magnetit in körnigem Kalk (siehe vom Rath, S. 47) sein, ein Vorkommen, welches ebenso auffallend erscheint wie die erwähnten Goldquarzgänge im Dacit bei Moravicza, welche Magnetit fein eingesprengt enthalten. (Man vergleiche hiermit die Magnetittrümer im Kalkstein von Pitkäranta, S. 453.)

Mit gewissen Banater Lagerstätten zeigen eine sehr weitgehende Analogie die Erzvorkommnisse von Rodna im Quellgebiet der Szamos in Siebenbürgen, die von F. Pošepny u. A. eingehend beschrieben worden sind.

Wichtigste Litteratur (nach 1863) über die Banater Lagerstätten:

B. v. Cotta. *Erzlagerstätten in Banat und Serbien.* 1864.
G. Marka. *Einige Notizen über das Banater Gebirge.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1869. S. 312ff.
Joh. Kudernatsch. *Geologie des Banater Gebirgszuges.* Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss. in Wien, XXII, 1857, S. 39—148.
Niedzwiedzki. *Zur Kenntniss des Banater Eruptivgesteins.* Tschermak's Mitth 1873, S. 255.
G. vom Rath. *Vorträge und Mittheilungen.* Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde. Bonn 1879. S. 38ff.
H. Sjögren. *Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Dognacska und Moravicza* u. s. w. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1886.
v. Halaváts. Jahresber. d. k. ungar. geol. Anstalt, 1887, 1888, 1889ff.
Oesterr. Zeitschr. f. B. u. H. *Das Eisenerzgebiet von Dognacska und Moravicza im Banat.* 1891. S. 91ff.
Geologische Spezialkarte d. k. ungar. geol. Landesanstalt. 1 : 75000.

Litteratur über Rodna:

F. Pošepny. *Ueber die Natur der Erzlagerstätte von Rodna.* Verh. d. k. k. geol Reichsanst. 1870. S. 19.
G. vom Rath. Z. d. D. G. G., Bd. 30, 1878, S. 556.

5. Die Contactlagerstätten im Gebiet von Christiania[1]).

Schon B. M. Keilhau war es bekannt, dass die in der Hauptsache aus Magneteisenerz und Eisenglanz bestehenden, übrigens aber

[1]) Wichtigste Litteratur: B. M. Keilhau. *Gaea Norvegica.* Christiania 1838. I. S. 61—69, 73—83, 107, 109, 125. — A. Daubrée. *Skandinaviens Erzlagerstätten.* Uebers. durch v. Leonhard. 1846. S. 26—56. — Th. Kjerulf. *Ueber die Geologie des südlichen Norwegens.* Christiania 1857. — W. C. Brögger. *Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet etc.* Kristiania 1882. — Derselbe. *Die Eruptivgesteine des Kristiana-Gebietes.* I—III. Vidensk. Selsk. Skr., Kristiania. 1894, 1895, 1897 und 1898. — J. H. L. Vogt. *Dannelse of Jernmalm.* Geol. Fören. Förh., Bd. 13, 1891, S. 735. und Bd. 14, 1892, S 211. Deutsches Resumé S. 243—245.

mineralogisch recht mannigfach entwickelten Erzlagerstätten der Gegend von Drammen unweit von Christiania an die Contactzone zwischen dem palaeozoischen Gebirge mit den dortigen Graniten gebunden sind und zum Theil sogar auf der Grenzscheide selbst aufsetzen. Auch A. Daubrée und Th. Kjerulf konnten das bestätigen.

Nach J. H. L. Vogt umfasst diese Lagerstättengruppe mindestens hundert, wahrscheinlich mehrere Hundert meist ziemlich kleine Erzvorkommnisse, „die unbedingt als Contactproducte der Granite gegen die verschiedenen prägranitischen Gesteinsglieder (Grundgebirge, Silur, Porphyrdecken) aufgefasst werden müssen.“ Dies ergiebt sich nach demselben Autor aus folgender Statistik: unter 104 näher untersuchten Gruben und Schürfen befinden sich:

I. 17 Lagerstätten innerhalb silurischer, von dem Granit eingeschlossener Gesteinsschollen;
II. 22 genau an der Grenze zwischen Granit und Silur oder höchstens 10 m von der Grenze, wobei aber das Erz immer in den silurischen Schichten sitzt;
III. weitere 48 in der silurischen Contactzone meist 0,1—0,5 km, einzelne 1—1,5 km von der Granitgrenze entfernt;
IV. höchstens 10 gangförmige Vorkommnisse im Gneiss;
V. viele dergleichen Gänge im Augitporphyrit nahe der Granitgrenze.

Der Form nach sind die meisten dieser Lagerstätten der Schichtung der Schiefer und Kalksteine annähernd parallel eingeschaltete Massen. Viele werden von Apophysen der granitischen Intrusivmassen, Gängen von Quarzporphyr (Granophyr) und verschiedenen Graniten, durchsetzt, sind sonach gebildet, noch ehe die letzte Phase der eruptiven Thätigkeit vorüber war. Das Nebengestein der Erzmassen hat die normale Contactmetamorphose, und zwar im stärksten Grade erlitten unter Neubildung von Granat, Vesuvian, Skapolith, Biotit, Pyroxenen, Hornblenden, Epidot, Chiastolith u. a. Die Erze, die hier übrigens nicht ausschliesslich Kalkstein, sondern sogar häufiger noch Schiefer verdrängt haben, bestehen aus dem bereits erwähnten Magnetit und Eisenglanz, mehr untergeordnet noch aus Kupferkies, silberhaltigem Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Arsenkies, Speiskobalt, Wismuthglanz und Molybdänglanz. Begleiter der Erze sind Kalkspath, Flussspath, Apatit, Granat, Epidot, selten auch Axinit und Helvin.

Wir finden unter den Begleitern der Eisenerze demnach eine grössere Anzahl charakteristischer Vertreter der Zinnerzformation.

Uebrigens verhalten sich die verschiedenen von W. C. Brögger unterschiedenen Facies der plutonischen Gesteine des Gebietes nicht

ganz gleich günstig für die Herausbildung von Erzlagerstätten an ihrem Contact. Die Nephelin- und Augitsyenite sind nur mit ganz spärlichen sulfidischen Erzvorkommnissen umsäumt. Die drei granitischen Glieder der Eruptionsreihe, Nordmarkit, Natrongranit und Granitit dagegen sind von einem reichen Kranze von solchen umgeben, während die Diabasgänge, die den Abschluss der eruptiven Thätigkeit machen, nur mit localen Lagerstätten von Bleiglanz und Zinkblende mit Flussspath verknüpft sind.

Der Bergbau auf allen diesen Contactlagerstätten ist zur Zeit entweder nur noch ganz unbedeutend oder völlig auflässig.

6. Die Erzlagerstätten von Traversella und Brosso.

Zwischen Traversella und Brosso in Piemont wird nach den unten citirten Autoren[1]) eine Zone von Glimmerschiefern, denen Lager von krystallinem dolomitischen Kalkstein eingeschaltet sind, von einem Dioritstock sehr wahrscheinlich tertiären Alters durchbrochen. In dem Contactbereich ist der Kalkstein bei Traversella im Bersella Thale theils in einen feinkörnig-krystallinen Granat-Pyroxenfels mit Epidot, Amphibol und Traversellit umgewandelt, theils durch Erze ersetzt. Als letztere kennt man in den Gruben von Montajeu und Gias de Gallo nur Magnetit, während in der Riondello-Grube bei Traversella selbst ein Gemenge von Magnetit mit Pyrit und Kupferkies, zuweilen auch reine Kupferkiesmittel abgebaut wurden. Nur untergeordnete Bestandtheile sind hier auch Magnetkies, Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Antimonglanz und Molybdänglanz, selten brechen endlich Scheelit und Wolframit mit ein. Die Erze werden von Dolomitspath, Talk, Steatit und Chlorit, nur vereinzelt von Kalkspath, Quarz und Flussspath begleitet.

Bei Brosso dagegen am mittleren Gehänge des unteren Dora-Baltea-Thales sind die Einlagerungen von dolomitischem Kalkstein durch Eisenglanz und Pyrit vererzt, deren Zuführung hier durch ein System präexistirender Verwerfungsspalten bis auf viel grössere Entfernung vom Contact aus stattfinden konnte. Ueberall, wo eine solche Spalte eine Kalkbank durchschneidet, hat sich ein Erzmittel abgelagert, dessen Mächtigkeit mit der Entfernung der Spalte abnimmt. Diese Erzmittel erreichen

---

[1]) V. Sclopis e A. Bonacossa. *Monogr. sulle miniere di Brosso (circond. d'Ivrea).* Torino. 1900. Con 8 tavole.

V. Novarese. *L'origine de giac. metallif. di Brosso e Traversella in Piemonte.* Boll. del R. Com. geol. 1901. n. 1. Giebt die ältere Litteratur. — *Die Erzlagerst. von Brosso und Traversella.* Z. f. pr. G. 1902, S. 179–187.

einen Durchmesser von 20 m und darüber und stellen derbe Massen mit anhaltendem Streichen dar. Ausserdem wird auch Magnetkies und Magneteisenerz als Vererzungsproduct angetroffen, während Kupferkies hier selten ist. Die Spalten, welche übrigens auch in den Diorit selbst hinein setzen, führen ebenfalls Erze, doch nicht abbauwürdige. Diese sind goldhaltiger Pyrit, Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Kupferkies und selten Zinkblende, Antimonglanz und Bournonit neben einer Gangart von Quarz und Spatheisenstein.

Zur Zeit ist nur noch der Bergbau bei Brosso in Betrieb, der bereits aus der Römerzeit datirt. Er ist ausschliesslich auf Pyrit zur Schwefelsäurefabrikation gerichtet und hat eine mittlere Jahresproduction von 25 000 t.

7. Die Eisenerzlagerstätten der Insel Elba[1]).

Die Eisenerze von Elba finden sich ausschliesslich längs der Ostküste der Insel, wo die wichtigsten Betriebspunkte von N. nach S. in folgender Reihe aufeinander folgen: Rio Albano am Monte Calendozio, Rio und Vigneria bei Rio Marina, Terranera und Capo Bianco, Calamita, Ginevro und Sassineri in der Nähe des Cap Calamita ganz im Süden. Die Gesammtausdehnung der bekannten Erzareale wird von A. Fabri auf 2000 ha geschätzt, wovon allein gegen 1130 ha auf die Lagerstätten in der Nähe des Cap Calamita entfallen würden.

Die Lagerstätten bestehen aus Glanzeisenerz, an manchen Punkten aus gewöhnlichem Rotheisenerz und Brauneisenerz, aber nur zum allerkleinsten Theil aus Magnetit. Die einzelnen Vorkommnisse stellen theils älteren Schichten entschieden aufgelagerte und flächenhaft ausgebreitete Massen dar, theils Verdrängungsbildungen von unregelmässiger Gestalt inmitten von Kalksteinen, und zwar in letztgenannter Ausbildung mit begleitenden Mineralien, wie sie sonst für contactmetamorphe Eisenerzlagerstätten charakteristisch sind.

Im besonderen sind die Glanzeisenerze von Rio Albano, von Rio und von Vigneria den Sandsteinen, Quarziten und glimmerigen Schiefern des Perms aufgelagert (Fig. 244), werden aber an einzelnen Stellen von den Kalkbreccien des

---

[1]) Wichtigste Litteratur: B. Lotti. *Impressioni geol. di una breve gita all' isola d'Elba.* Boll. geol., t. VII., 1876. — S. Czyszkowski. *Régions ferrifères de l'île d'Elbe.* Alais 1882. — B. Lotti. *Memorie descr. della carta geol. d'Italia (Dell' Isola d'Elba).* 1886. Cap. XIX. Mit vollständiger Litteraturangabe. — B. Lotti. *Sui depositi ferriferi dell' Elba etc.* Rass. Min., Vol. XIV, 4, 1901. — A. Fabri. *Relazione sulle miniere di ferro dell' isola d'Elba.* Roma 1887. Nebst Atlas.

Infralias überdeckt. Manchmal, wie am Pozzo Fondi bei Rio, füllen die Eisenerze kesselförmige Vertiefungen der Oberfläche der stark erodirten Permformation aus (Fig. 244). Umgekehrt sieht man sie nordwestlich von Rio sehr ungleichmässig in die dort das Dach bildenden infraliasischen Kalkbreccien eingreifen. Es ist wahrscheinlich, dass auch jene jetzt von Eisenerz eingenommenen Mulden und Kessel der Permoberfläche ursprünglich mit kalkigen Sedimenten erfüllt waren. Endlich werden die oberliasischen Thonschiefer östlich von Rio Albano von zahllosen kleinen Gängen des Glanzeisenerzes durchschwärmt. Noch ist zu bemerken, dass den Eisenerzen dieses Gebietes die für die südlichen Reviere charakteristischen

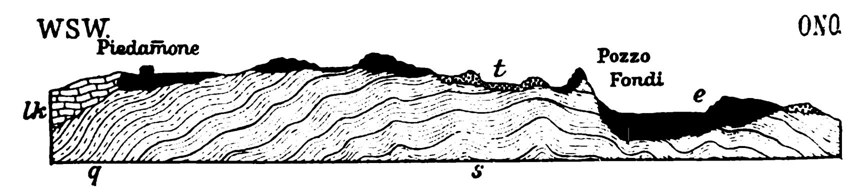


Fig. 244. *Profil durch die Eisenerzlagerstätten von Rio* nach A. Fabri.

q Quarzite, *s* Sandsteine und glimmerige Schiefer } des Perm. *Uk* Breccienartige Kalksteine des Infralias. *e* Eisenerze. *t* taube Massen.

Beimengungen von Kalksilicaten fehlen. Wohl aber kennt man in der Nähe der Erzlager, beim Torre di Rio, ein solches Vorkommen von Pyroxen und Epidot als Verdrängungsbildung in einem präsilurischen Kalkschiefer.

Wieder anders liegen die Verhältnisse bei Terranera, wo das Eisenerz, vorwaltend Glanzeisenerz, den Boden eines kleinen Thales im silurischen Schiefer

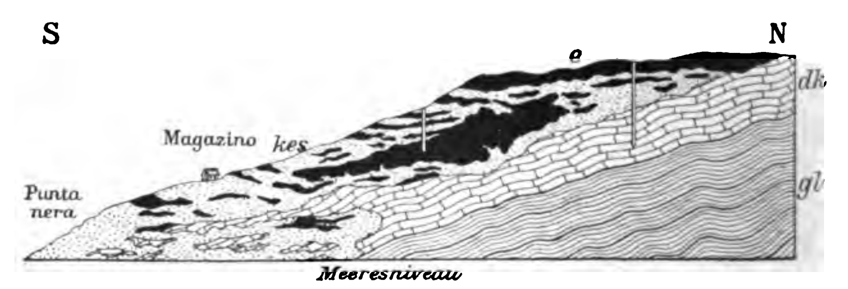


Fig. 245. *Profil durch die Eisenerzlagerstätten von Calamita* nach A. Fabri.

gl Glimmerschiefer und Gneiss.
dk körnig-krystalliner dolomitischer Kalkstein. *e* Eisenerz. *kes* Kalk-Eisen-Silicatgestein.

ausfüllt, der aber kalkige Zwischenlagen eingeschaltet enthält, und bei Capobianco, wo es als Limonit und Manganerz Vertiefungen in einem von Granitgängen vielfach durchsetzten Glimmerschiefer und gneissartigen Schiefer eingenommen hat, diese Gesteine auch nach dem Liegenden hin durchädert. An der Küste, ganz nahe bei Capobianco, steht übrigens Turmalingranit an, und Granitgänge unweit von Terranera zeigen an, dass auch hier flach unter der Erdoberfläche plutonische Massen liegen dürften.

In der Gegend von Calamita endlich sind die Eisenerze als Hämatit, Brauneisenerz und Magnetit entwickelt und immer von lichtgefärbtem, strahligem

Pyroxen, von Ilvait (einem wasserhaltigen Calcium-Eisensilicat) Epidot, sowie auch von Granat, Opal und Resinit (Wachsopal) begleitet. Ueberall sind hier sowohl die Eisenerze, wie diese anderen Mineralmassen eng an körnig-krystalline dolomitische Kalksteine geknüpft, die Einlagerungen in Glimmerschiefern und gneissartigen Schiefern präsilurischen Alters bilden. Die Verbandsverhältnisse zwischen Eisenerz, den Kalksilicaten und diesem Kalkstein werden durch das Profil in Fig. 245 illustrirt. Danach unterliegt es keinem Zweifel, dass der Kalkstein von dem Erz und seinen Begleitern verdrängt worden ist, wie namentlich auch die Reste von Kalk inmitten der Kalksilicatmasse beweisen.

Aehnliches gilt auch für die Lagerstätten von Ginevro und Sassi Neri.

Die Aehnlichkeit der Eisenerzlagerstätten von Elba mit denen des Banates ist eine so grosse, dass auch für erstere ein genetischer Zusammenhang mit saueren Tiefengesteinen angenommen werden darf. Freilich ein directer Contact mit granitischen Gesteinen, denen man die Vererzung zuschreiben möchte, wie dort, ist nicht nachweisbar. Indessen ist zu vermuthen, dass auch im elbanischen Eisenerzgebiet solche plutonische Massen die eigentlichen Ausgangspunkte aufsteigender Erzlösungen gebildet haben, welche letzteren dann theils Kalksteine mineralisirten, theils auch in das Gefüge nichtkalkiger Schichten eindrangen, wohl aber kaum, wie es beim ersten Blick scheinen möchte, auch auf der Erdoberfläche sich ihrer Last entledigten. Da das Alter des Turmalingranites der Insel Elba zwischen eocän und miocän festgestellt ist, dürften auch die Eisenerze dieses jugendliche Alter besitzen.

Was den technischen Werth der elbanischen Eisenerze betrifft, so schwanken die Gehalte sehr. Im Durchschnitt beträgt der Eisengehalt für die Erze von

Rio Vigneria und Rio Albano	60—66 %
Terranera	62—68 „
Capobianco	50 „
Calamita	54—63 „
Ginevro	60—63 „

Das Eisenerz von Capobianco enthält ausserdem noch im Durchschnitt 6 % Mangan. Die elbanischen Erze können im praktischen Sinne als frei von Phosphor, Schwefel und Kupfer gelten. Nur an zwei Stellen sind nennenswerthe Phosphorgehalte bekannt. Eisenkies tritt nur selten störend auf. Kupfererz lässt sich, wo es mit einbricht, wie bei Calamita, leicht aushalten.

Schon im klassischen Alterthum war der Reichthum der Insel an Eisenerz bekannt. Virgil erwähnt ihn z. B. in der Aeneide. Vom 11. Jahrhundert ab kennt man genauere Daten über die dortigen Bergwerksbetriebe, die der Reihe nach der Republik Pisa, dem Fürsten von Piombino, Frankreich, Napoleon I., dem Grossherzogthum Toscana und endlich seit 1881 dem Patrimonium des Königreiches Italien gehörten. Seit 1880 wird die Jahresproduction der Eisenerzgruben auf 200 000 t beschränkt, obwohl nach der Schätzung von Fabri im Jahre 1884 der noch vorhandene Vorrath anstehenden Erzes auf 7 990 000 t sich belief, also noch lange Zeit nicht erschöpft werden kann. In neuester Zeit hat man auf Elba selbst Hochofenbetrieb eingerichtet.

8. Die Eisenerzlagerstätte Gora Magnitnaia.

Die Berggruppe Magnitnaia, die im Atatsch bis zu 577 m Höhe ansteigt, erhebt sich nahe am Ural-Fluss 65 km südlich von Werchne Uralsk, auf dem niedrigen Plateau, das allmählich in die flache Kirgisensteppe übergeht. Die Hauptmasse der Erhebung bilden nach der ausführlichen Monographie von J. Morozewicz[1]) Eruptivgesteine, die in sehr mannigfachen Typen entwickelt sind. Im allgemeinen werden Augit- und Amphibolgranite, sowie Diorite von jüngeren Syeniten und Augitorthoklasporphyren und endlich diese beiden Gruppen wieder von Gängen von Quarzkeratophyr und von einem Cordierit-Sillimanit-Vitrophyr (Atatschit) durchsetzt. Auf den gewöhnlich zersetzten Augit-Feldspathgesteinen lagern, und zwar meist nur an den unteren Berggehängen, mächtige und ausgedehnte Schollen von Granatfels, und auf diesem wiederum trifft man die im Ganzen etwa 2 qkm bedeckenden und bis über 80 m mächtigen Lagerstätten von Magnetit nebst Hämatit und Limonit. Das Eisenerz bildet Nester oder Stöcke und plumpe Lager. Es enthält neben Granat immer auch etwas Quarz und Calcit eingesprengt, wechselt auch häufig in ganz unregelmässiger Weise mit Granat-Epidotgestein und mit kaolinisirten Massen ab. Neben dem Granatfels findet sich hier und dort auch Marmor, aber erst weit abseits stösst man in der von Quartär verhüllten Umgebung der Berge auf normale Kalksteine des Unter-Carbon. Diese Verhältnisse gleichen in so hohem Masse denen im Banater Eisenerzrevier, dass wir die Magnitnaia neben diesem einreihen. Morozewicz dagegen denkt nicht an Contactmetamorphismus, sondern sucht eine rein hydatochemische Genesis zu beweisen. Bei der Verwitterung der Eruptivgesteine lieferte nach ihm der Augit zunächst Granat, dieser wiederum bei weiterer Zersetzung Epidot, Chlorit, Magnetit, Hämatit, Quarz und Calcit. Bekanntlich verläuft die sonst übliche Verwitterung solcher Eruptivgesteine nicht nach diesem Schema. Auch sind die Granatfelse und Erzmassen für eine solche Erklärung als oberflächliche Verwitterungsproducte viel zu massenhaft entwickelt.

9. Die Kupfererzlagerstätte von Médnorudjansk bei Nischne Tagilsk und von Bogoslowsk.

Obwohl uns die Geologie der ehemals durch ihren grossen Reichthum berühmten Lagerstätte von Médnorudjansk noch keineswegs ge-

[1]) J. Morozewicz. *Le Mont Magnitnaia et ses alentours.* Mémoirs du Comité Géologique Vol., XVIII., No. 1, 1901, russisch franz. Resumé (S. 74—104).

nügend aufgeklärt erscheint, lässt sich aus den vorliegenden Beschreibungen[1]) doch soviel erkennen, dass hauptsächlich metasomatische Vorgänge im Contactbereich plutonischer Massen die Concentration der Kupfererze hier bewirkt haben. So darf das Vorkommniss hier eingereiht werden.

Médnorudjansk liegt dicht südlich bei der S. 20 geschilderten Wyssokaya Gora, deren Magneteisenerze, wie dort erwähnt, auch Kupfersulfide eingesprengt enthalten. Die Kupfergruben befinden sich zwischen zwei Zonen devonischen Kalksteines mit Pentamerus vogulicus und innerhalb eines von breccienartigen kalkigen Porphyrit- und Diabastuffen und stark zersetzten grünen Schiefern gebildeten, nach NNW. streichenden Gebirgsstreifens. In der ganzen Länge des Streifens zieht sich eine Zone von eisenschüssigem Thon und Brauneisenstein hin, die sehr reich an oxydischen Kupfererzen war, in grösserer Teufe auch Kupferkies, Buntkupferkies und Kupferglanz enthält. Ausser dem Malachit, der die Grube namentlich berühmt gemacht hatte, fanden sich in diesen eisenreichen Thonen Azurit, Tagilit, Asperolith, Brochantit, Libethenit, Chrysocoll, Demidowit, Melaconit, Cuprit, gediegen Kupfer u. a. Die grössten Erzanhäufungen traf man am Contact der thonigen Massen mit den Kalksteinen. Diese letzteren zeigten sich vielfach wie ein Schwamm zerfressen und führten dann mitunter leicht herauszulösende Petrefacten. Im nördlichen Theile des Grubengebietes, beim Awrorinsky-Schacht und den Swernaya-Schächten stellen sich am Contact der westlichen Kalksteinzone auch Magneteisenerzkörper mit eingesprengten Kupfererzen ein. Diese Combination von Magneteisenerz mit sulfidischen Kupfererzen und zugleich auch das sehr ausgebreitete Vorkommen von theilweise epidotisirtem Pyroxen-Granatfels in den Gruben von Médnorudjansk legt die Frage nahe, ob nicht diese Erzconcentrationen innerhalb einer eruptiven Contactzone liegen. Früher glaubte H. Müller, dass ein dioritisches Gestein in der Tiefe anstehe, das selbst sulfidische Kupfererze enthalte und durch seine Zersetzung die eisenschüssigen Thone mit den oxydischen Erzen liefere. Er stellte daher die Lagerstätte in Parallele mit der von Gumeschewsk (siehe S. 620). Doch scheint das durch die späteren Aufschlüsse nicht bestätigt worden zu sein. E. S. Fedorow hat ganz neuerdings die fast vollständige Abwesenheit eines primären, eruptiven Feldspathgesteines festgestellt. Vielleicht aber hat man in noch grösserer Tiefe die Syenite und Orthoklasporphyre der nahen Wyssokaya als die eigentlichen Erzbringer zu vermuthen. Darauf deutet auch der von dem letztgenannten Autor eingetragene Gang von einem vermuthlichen Augitporphyr hin.

[1]) P. Jéréméew. *Observations sur les gîtes cuprifères du versant et de la chaine de l'Oural* (en russe). Journ. d. mines, 1859, IV., S. 76. — H. Müller. *(Vortrag im bergm. Verein zu Freiberg.)* B.- u. H.-Z. 1866, Nr. 22. — Gr. Mayer. *Ueber die Kupfererzlagerstätte Mednorudjansk am Ural.* Oesterr. Z., 1877, Nr. 36 u. 37. — A. Karpinsky. *Aperçu des richesses minér. de la Russie d'Europe.* 1878. — P. Gladki. *Chemisch-geol. Bemerkungen über die Erzlagerstätten Mednorudjansk und Wyssokaja Gora* (en russe). Journ. d. mines, 1888, I, p. 96—123. — Th. Tschernyschew im Guide du VII. Congrès Géol. Intern., 1897, IX., S. 11. — E. S. Fedorow. *Ueber Mednorudjansk.* Mitth. des Verbandes der russ. Berg-ing. (russisch). Petersburg 1900.

Aus der Grube Médnorudjansk stammt ein grosser Theil der in den kaiserlichen Steinschleifereien zu Kunstsachen verarbeiteten Malachite, darunter jener gewaltige Block im Gewichte von ungefähr 328 t der im Jahre 1836 in 70 bis 80 m Teufe gefunden wurde. Der mittlere Gehalt der dortigen Erze an Kupfer beträgt 2,3%, die jährliche Production 1240 t Kupfer (De Launay). Von 1814 bis 1877 wurden 2600000 t Erz gefördert.

Ganz ähnlich entwickelt sind die von H. Müller und neuerdings ebenfalls von E. S. Fedorow untersuchten geologischen Verhältnisse der bedeutenden Kupfer- und Eisenerzgruben von Bogoslowsk[1]), das viel weiter nördlich auf der Ostseite des Gebirges gelegen ist.

Die neuesten mit zahlreichen Profilen ausgestatteten Beschreibungen von Usspenski II[2]) lassen keinen Zweifel daran aufkommen, dass hier Lagerstätten nach den Typus der Banater vorliegen. Zu derselben Ueberzeugung gelangt man, wenn man die Karten und Profile der grossen Monographie von E. S. Fedorow[3]) durchmustert. Man bemerkt, wie längs dem uralischen Hauptstreichen die unterdevonischen Schiefer, Sandsteine und Kalksteine von mächtigen Intrusivmassen durchzogen werden, deren Oberfläche z. Th. ziemlich flach unter die Sedimente einfällt oder noch von Denudationsresten einer ehemaligen Decke derselben theilweise verhüllt ist. Wo diese hauptsächlich aus Hornblendegraniten und aus Porphyriten bestehenden Intrusivmassen mit den Kalksteinen in Contact stehen, haben sich Augit-Granatgesteine herausgebildet, mit denen wiederum die Erze innig verknüpft sind. Jüngere Porphyritgänge in grosser Zahl durchsetzen die Lagerstätten.

10. Die Kupfererzlagerstätte von Gumeschewsk.

Gumeschewsk liegt 7 1/2 geographische Meilen in SW. von Jekatrinburg am Westabhang des Urals. Nach H. Müller[4]) wird hier eine krystallinen Schiefern zwischengeschaltete Kalksteinzone, deren Gestein oft marmorartig erscheint, der Länge nach von einem Dioritgang durchsetzt, der unter 40—50° nach O. fällt und 50—60 m Mächtigkeit besitzt. Am beiderseitigen Contact schieben sich als Producte späterer Zersetzung dieser Gesteine ockergelbe, eisenschüssige Thone ein, die an der Oberfläche bis 200 m mächtig werden können, nach der Tiefe zu aber sich auskeilen. Auch die von dort bekannten Granatgesteine scheinen der Contactgrenze zu entstammen. Die Erze finden sich als

[1]) H. Müller. Berg- u. Hüttenm.-Z. 1866, S. 160.

[2]) Usspenski II. *Die Eisenerzlagerstätten im Bergbezirk Bogoslowsk.* Berg-journal IV., Petersburg Nov. 1900. (russ.).

[3]) E. S. Fedorow und W. W. Nikitin. *Das Bergrevier von Bogoslowsk.* Petersburg 1901. Mit vielen Karten, Profilen und sonstigen Figuren nebst Bibliographie (russ.).

[4]) H. Müller. *Kupfererzlagerstätten von Gumeschewsk und Soimonowsk am Ural.* B.- u. H.-Z. 1866, Nr. 29, S. 252.

Nester von Eisenkies und Kupferkies in der Tiefe im Diorit selbst eingesprengt, vor allen aber in grosser Menge als Malachit, Kupfergrün, Rothkupfererz, Kupferlasur, Kupferpecherz und Brochantit innerhalb der ockerigen Thone. Hier wurde u. a. in 36 m Tiefe unter Tage ein 2800 kg schwerer Malachitblock gefunden, von dem ein Bruchstück im Museum des Berginstituts von St. Petersburg sich befindet. Die gewonnenen Erze halten im Durchschnitt 3—4% Kupfer. Die Gruben sind jetzt auflässig. Ganz ähnlich verhalten sich nach H. Müller die Lagerstätten von Soimonowsk 5 Meilen in SW. von Kyschtim.

11. Die Kupfer- und Bleierzlagerstätten in der Campiglia Marittima[1]).

In der Campiglia Marittima, in der Toskanischen Maremne, wird ein metamorpher unterliasischer Marmor von eigenthümlichen Eruptivgängen durchsetzt, die von den einen als Quarzporphyr, von anderen als Liparit aufgefasst worden sind und zum Theil in der Form von gemischten Gängen auftreten. Dieses letztere gilt namentlich auch von dem mit einer bedeutenden Erzlagerstätte verknüpften Gange Temperino, der mit nordnordwestlichem Streichen südwestlich von dem die Gegend beherrschenden Monte Calvi hinzieht.

Dieser bis gegen 20 m mächtige Gang, der durch die Cave Grande und einige andere Gruben aufgeschlossen worden ist, besteht in der Nähe des erstgenannten Punktes in der Hauptsache aus einem Cordierit führenden Liparit bezw. Quarzporphyr. Eine mediane Partie dagegen ist von viel basischerer Beschaffenheit und kann als ein Augitporphyr bezeichnet werden. Sie setzt mit ziemlich scharfen Grenzen an dem beiderseitigen Qnarzporphyr ab. An anderen Stellen, wie am Coquand-Schachte, fehlt das eine Band von Quarzporphyr und damit dies symmetrische Querprofil. Immer aber findet sich an der Grenze dieses gemischten Ganges und des hier vollständig krystallinen liasischen Kalksteines eine sehr merkwürdige erzführende Gesteinsmasse. Sie besteht aus einem radialstrahligen dunkelgrünen Eisenkalkmanganaugit und einem grünlichgrauen

---

[1]) Wichtigste Litteratur: P. Savi. *Abbozo de carta geologica de provincia Pisana.* 1863. — F. Hoffmann. *Geogn. Beobachtungen auf einer Reise durch Italien und Sicilien.* Karsten's Archiv, Bd. XIII, S. 24–29. — A. Burat. *Théorie des gîtes métallifères etc.* Paris 1845. p. 208. — G. vom Rath. *Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien.* II. Theil. 7. Abschnitt. *Die Berge der Campiglia in der Toskanischen Maremne.* Z. d. D. G. G., XX. Bd., 1868, S. 307 ff. — B. Lotti. *Le roccie eruttive feldspatiche di Campiglia Marittima.* Boll. del R. Comit. Geologico, 1887, N. 1 u. 2. Con una tavola. — Derselbe. *Sulla Genesi dei giacimenti etc.* Boll. geol 1900, N. 4, mit Litteratur.

oder röthlichen Mangankalkaugit, sowie aus Ilvait (einem Lièvrit). Der Augit bildet strahlige Kugeln, die von schwarzem Ilvait durchtrümert werden. Mit diesen Silicaten innig verwachsen finden sich die Erze, und zwar am häufigsten Kupferkies und Eisenkies, seltener Bleiglanz und braune Zinkblende nebst etwas Arsenkies, die zuweilen von Quarz und Kalkspath, nach A. Bergeat[1]) auch von Fluorit begleitet werden. Die Erze scheinen entweder als Kerne der Augitkugeln oder zwischen den Strahlen derselben ausgeschieden. Trümer der erzführenden Augitmasse zweigen nach dem anstossenden Marmor hinaus ab.

Weiter nordöstlich vom Gange Temperino, mehr in der Richtung nach dem Monte Calvi hin, zieht ein ähnlich zusammengesetzter Parallelgang hin, der in der Cava del Piombo und einigen anderen Gruben abgebaut worden ist. In der Cava del Piombo, östlich vom Castell S. Silvestro, ist er gegen 20 m mächtig. Sein erzführender Theil besteht aus strahligen Augitsphäroiden bis 2,4 m im Durchmesser, die als Kern die oben erwähnten Erze enthalten. Ausserdem gehen von diesem Erzkern strahlige Erztrümer aus, und endlich werden die Augitkugeln krustenförmig von dünnen Erzlagen umgeben. Die Zwischenräume zwischen den Kugeln werden durch eine unregelmässig körnigstengelige Augitmasse mit grossen Quarzdrusen ausgefüllt.

Diese Lagerstätten sind in genetischer Beziehung gewiss noch sehr räthselhaft. Da aber das eigenthümliche strahlige Augitaggregat in Folge einer Contacteinwirkung zwischen Eruptivmagma und Liaskalk entstanden zu sein scheint, und da die Erze offenbar mit dem Augit gleichzeitige Bildungen darstellen, wurden die Vorkommnisse zu den contactmetamorphen Lagerstätten gestellt.

Der Kupfer- und Bleibergbau in der Campiglia Marittima scheint bis in die etrurische Zeit zurückzureichen. Lebhafte Betriebe bestanden zur Medicaeer Zeit, und endlich wurde die Ausbeutung der beiden Gänge zu Anfang des 19. Jahrhunderts wieder begonnen.

12. Die Silber-Bleierzlagerstätten von Sala in Schweden[2]).

Die Gruben, Salberget genannt, liegen 2,5 km im SW. von Sala in Westmanland. Während die Stadt inmitten einer flachen Fruchtebene erbaut ist, steigt das Gelände in der Grubengegend zu niedrigen, oft felsigen Hügeln an. Hier wird eine 10 km lange und bis 3,6 km breite Fläche von einem körnig-krystallinen dolomitischen Kalkstein eingenommen, der von NNO. nach SSW. streicht, im W. an feinkörnig-

[1]) A. Bergeat. *Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten von Campiglia Marittima.* N. J. f. M. 1901, Bd. I., S. 135.

[2]) Wichtigste Litteratur: W. Hisinger. *Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden.* Uebersetzt von F. Wöhler. 1826. S. 124—133. — B. v. Cotta. *Lagerstätten II.* 1861. S. 528. — O. Gumaelius. *Sveriges Geol. Undersökn.* Bladet Sala. 1868. Nebst Erläuterungen. — Derselbe. *Om „trappskölen" i Sala grufva.* Geol. Fören. Förh., I., 1872—1874, S. 162—166. — Fuchs et De Launay. *Traité.* 1892. II. p. 611. — Des Verfassers nicht publicirte Reisenotizen.

schuppige Biotitgneisse und Hälleflinten grenzt, im O. dagegen an Hornblendegranit anstösst. In einem der Kalkbrüche sieht man das Gestein von einem 0,36 m mächtigen, mehrfach verworfenen Diabasgang, der auch in den Gruben oft angefahren worden ist, durchsetzt. Von diesen Gruben fällt zunächst die grosse Pinge ins Auge, die schon vor alter Zeit durch den Zusammenbruch umfangreicher Weitungsbaue entstand. In der Tiefe dieser Pinge sieht man den Betrieb wieder aufgenommen, der jetzt wesentlich auf Zinkblende gerichtet ist, während einst hier nur silberhaltiger Bleiglanz gewonnen wurde. An einer Wand dieser Pinge ist der Stor Sköl (d. i. wörtlich Grosse Schale, dem Sinne nach Hauptkluft) zur Zeit gut aufgeschlossen, eine 3,5 m mächtige Verruschelungszone, die mit einem unter 60° nach W. gerichteten Fallen durch den dolomitischen Kalksein setzt. Dieser Sköl besteht hier aus total zerdrücktem, von Gleitflächen durchzogenem Nebengestein, das mit Kalkspath-, Chlorit- und Talkausscheidungen durchtrümert ist, auch parallel der Begrenzungsfläche Zinkblendelagen führt.

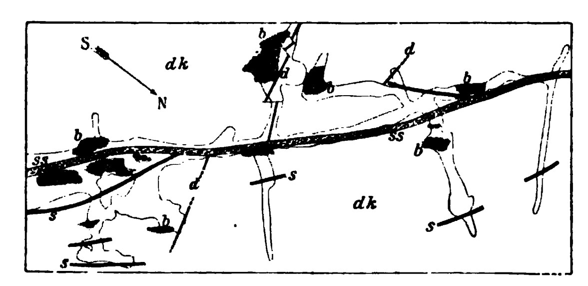


Fig. 246. *Grundriss der 190 m-Sohle in der Sala-Grube* nach dortigen Grubenrissen.
dk dolomitischer Kalkstein, *s* Skölar *ss* Stor Sköl, *d* Diabas, *b* Bleiglanzmittel.

Weitere Aufschlüsse gewähren die unterirdischen Grubenbaue, die sämmtlich im dolomitischen Kalkstein liegen, und zwar zu beiden Seiten des erwähnten nach S. streichenden, meist 1—3, selten bis 10 m mächtigen Stor Sköl. Im Laufe langer Jahre hat man hier zahlreiche schmale unter sehr verschiedenen Winkeln von dieser Hauptdislocation ausgehende Seiten-Skölar und eine weitere Anzahl paralleler Gebilde dieser Art verfolgt, deren Anordnung aus dem Grubenriss eines Theiles der 190 m Sohle in Fig. 246 hervorgeht. Aus diesem Riss sieht man zugleich, wie der oben erwähnte Diabasgang von dem Stor Sköl verworfen wird.

Die Erze sind nur zum kleinsten Theil innerhalb der Skölar anzutreffen und werden in diesen kaum abgebaut. Vielmehr bilden sie in der Hauptsache Imprägnationen und netzartig untereinander verbundene

Trümer inmitten des dolomitischen Kalksteines nahe bei den Skölar, wie ebenfalls aus der Fig. 246 hervorgeht. Die reichsten Mittel sind entlang dem Stor Sköl abgebaut worden. Ihre Begrenzungsflächen sind naturgemäss keine scharfen, vielmehr gehen die erzhaltigen Partien ganz allmählich in tauben Kalkstein über. Oft grenzen die Erzmittel nicht unmittelbar an den Sköl, und es befindet sich zwischen diesem und den abgebauten Massen eine taube oder wenigstens nur sehr arme Zone.

Die Haupterze von Salberg sind silberhaltiger Bleiglanz und braun oder gelb gefärbte Zinkblende. Beide kommen gewöhnlich nicht gemengt, sondern in besonderen Erzfällen vor. Nach W. hin herrschen mehr die Zinkblendemittel vor. Die bleiischen Erze halten 3—4% Blei und dieses wieder 0,70% Silber (Fuchs et De Launay). Mit diesen beiden Erzen zusammen finden sich ferner noch Eisenkies, Arsenkies, Antimonglanz, selten auch Kupferkies und zwei Varietäten von Silberamalgam mit etwa 50 bezw. 75% Silbergehalt. Nach Hj. Sjögren[1]) ist ein Theil des Silbers als Silberglanz zugegen. Zuweilen ist der Bleiglanz innig verwachsen mit Magnetit. Diese seltene Association wird verständlicher, wenn man bedenkt, dass abseits von der eigentlichen Grube Salberg der krystalline Kalkstein grössere Lager von Magneteisenerz umschliesst, die auch abgebaut worden sind. Von noch selteneren Erzvorkommnissen von Salberg seien endlich noch erwähnt Magnetkies, gediegen Silber, Rothgiltig, Weissgiltig, gediegen Antimon, Boulangerit und Zinnober.

Ausserdem führt aber der krystalline dolomitische Kalkstein im Bereiche der Erzmittel häufig allerlei Silicate beigemengt, die zuweilen ganze Lagen von schieferiger Structur zusammensetzen und dann ebenfalls von Erz imprägnirt sein können. Unter diesen Silicaten sind besonders häufig Talk, Chlorit, Serpentin, Strahlstein und Salit. Man kennt zerbrochene und von Bleiglanz wieder verkittete Krystalle des letztgenannten Pyroxens aus der Lagerstätte. Als Seltenheiten sind auch schwärzlicher Granat, ein Kalifeldspath und schwarzer Turmalin inmitten des Erzgemisches wahrgenommen worden. Ganze strahlige Aggregate des schwarzen, bläulich durchscheinenden Turmalins kamen dort früher zugleich mit Stengeln von Salit mitten in grobkrystallinem Kalkspath eingewachsen vor. Auch Schwerspath wird erwähnt.

Schon Hisinger hat ganz richtig erkannt, dass die Lagerstätten von Salberg von den Skölar aus entstandene Imprägnationen des Kalksteins sind. Die Gegenwart des Granates, Salites und Turmalines lässt die Annahme einer Contactmetamorphose des Kalksteines durch den nahen Granit zu, und eine weitere Wahrscheinlichkeit besteht, dass auch die Vererzung des Kalksteins von den Skölar aus mit dieser Contactmetamorphose einherging.

Die Gruben von Sala wurden nach vorhandenen Urkunden, die bis auf 1512 zurückreichen, bereits unter der Regierung von Sten Sture betrieben. Nach der

[1]) Geol. Fören. Förh. 1900, S. 178—185.

Tradition dagegen soll die Krone schon viel früher, nämlich unter Magnus Ladulås Regirung (1249—1290), dort auf Silbererz haben bauen lassen. Sehr ergiebig waren die Werke namentlich zur Zeit von Gustav Adolf. Von 1500—1800 haben die Gruben einen Gesammtertrag von 1600000 schwedische Mark, von 1800—1868 von ungefähr 200000 Mark abgeworfen.

18. Goldführende contactmetamorphe Lagerstätten in Montana.

Aus einer Monographie von W. H. Weed[1]) kennt man sehr eigenthümliche contactmetamorphe Lagerstätten im Gebiete von Elkhorn, Montana. Die Gegend liegt etwa 20 Meilen in NO. von Butte (siehe S. 236) und zwar an der Grenze zwischen dem grossen Granitmassiv von Boulder, dessen Alter als tertiär erkannt wurde, und einem stark gefalteten palaeozoischen Schichtencomplex.

Hier baute u. a. die Dolcoath Grube auf einer Lagerstätte, die in einer körnig-krystallinen Masse von Granat, Diopsid und Calcit als Erze goldhaltigen Tetradymit und Bismutin, sowie auch Freigold enthält.

Ferner finden sich an den Abhängen des Elkhorn Peak als Einschlüsse inmitten eines Andesites mächtige Schollen von Marmor, an deren liegender Grenze Lager von granatführendem körnigen Magnetit sich gebildet haben.

An dieser Stelle möge als Nachtrag zu den auf S. 577 geschilderten Lagerstätten auch das ökonomisch wichtigste Erzvorkommen des Gebietes erwähnt werden, dasjenige der eigentlichen Elkhorngrube, das in vieler Beziehung lehrreich ist. Nach W. H. Weed baut diese bedeutende Grube auf unregelmässigen Erzkörpern von der Zusammensetzung einer silberreichen und goldhaltigen kiesig-blendigen Bleierzformation. Die Erze bestehen hauptsächlich aus silberreichem Bleiglanz, silberreicher, lichter, brauner und schwärzlicher Blende und Pyrit. Die Erzmittel bilden zwei Adelszonen an der Liegendgrenze eines contactmetamorphen Hornfelses inmitten eines Dolomites und zwar in den zerrütteten Sattelregionen dieses zu mehreren Falten zusammengestauchten Gesteines. Die z. Th. zu förmlichen Breccien zerstückelten Antiklinalzonen dicht unter der mitgefalteten wenig durchlässigen Hornfelsdecke haben bei schräger Neigung der Sattellinien für aus der Tiefe aufsteigende Lösungen als Zufuhrkanäle gedient. Die Elkhorn-Grube ist demnach ein gutes Beispiel für den Einfluss des Faltungsprocesses auf die Herausbildung metasomatischer Erzlagerstätten. Die genannte Grube hat von 1875 bis 1899 die stattliche Totalproduction von 264350 kg Silber und 264 kg Gold erzielt.

Eine Anzahl anderer, z. Th. ebenfalls Gold- und Silbererze führender contactmetamorpher Lagerstätten Nordamerikas findet man bei W. Lindgren[2]) beschrieben.

[1]) W. H. Weed. *Elkhorn Mining District.* 22. Ann. Rep. Geol. Surv. u. s. Washington 1902.

[2]) W. Lindgren. *The Character and Genesis of Certain Contact-Deposits.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., Febr. 1901.

14. Einige aussereuropäische Contactlagerstätten.

Bei Balia Maden in Kleinasien, etwa 160 km nördlich von Smyrna, sind nach Bukowski[1]) am Contact zwischen Kohlenkalk und Augitandesit bedeutende Erzlagerstätten entwickelt. In einer 2—4 m breiten Zone längs der Grenzscheide zeigt sich der Andesit mit Quarz und Erzen imprägnirt, während der Kalkstein in Folge der Bildung von Epidot, Granat, Anorthit und Quarz grössere Härte aufweist und eine Anzahl unregelmässig-schlauchförmiger Erzmittel umschliesst. Diese bestehen aus silberreichem Bleiglanz nebst Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies und Arsenfahlerz nebst Smithsonit und Cerussit. Sie sind räumlich eng an Klüfte gebunden, die der Contactfläche ungefähr parallel laufen.

Die dortigen Gruben, deren Geschichte bis in die Zeiten des Perikles zurückdatirt wird, machten in der letzten Zeit jährlich rund 3000 t Blei mit einem Gehalte von 0,18% Silber an Ort und Stelle zu Gute und exportirten gleichzeitig gegen 7000 t Erze mit 70% Blei und 0,13% Silber, sowie 4000 t Blende, einige 100 t Galmei und wenig Kupfererz.

Der mesozoische Kalkstein von Tres Puntas in der Provinz Atacama ist in der Nähe der Durchbrüche von jungen Quarzporphyren oder Lipariten in Granatfels umgewandelt, der Kupfererze enthält. Auch umschliesst der mesozoische Kalkstein des Cerro de Campana in der Provinz Valparaiso am Contact mit Diorit Granat mit Buntkupfererz und Freigold (W. Möricke). Aehnlich ist das Vorkommen bei Seven Devils in Idaho, Nordamerika (W. Lindgren)[2]).

Kalksteine in Queensland enthalten nach G. Wolff[3]) am Contact mit Granit Gold-Kupfererze, Granat, Wollastonit und Quarz.

Typische Contactbildungen scheinen auch die bedeutenden Eisenerzlager des Tayeh-Bezirkes am Yangtze-Fluss in China zu sein. Sie setzen nach G. Leinung[4]) an der Grenze zwischen sedimentären Kalkstein und einem Dioritmassiv in einer Länge von etwa 15 km und

[1]) G. Bukowski. *Die geol. Verhältnisse der Umgebung von Balia Maden.* Sitzungsber. d. K. Ak. d. W. in Wien, math.-phys. Cl. Bd. C. I. Abth. I. Febr. 1892. — K. Weiss. *Lagerstätten im westlichen Anatolien.* Z. f. pr. G. 1901, H. 7 — G. Berg. *Beiträge zur K. von Balia-Maden.* Z. f. pr. G. 1901, S. 365. — Λ. Κορδελλα. Ὁ μεταλλεύτικος πλοῦτος τῆς Ἑλλάδος. Ἐν Ἀθήναις 1902 Σ 64.

[2]) W. Lindgren. *The Charakter and Genesis of Certain Contact Deposits.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1901.

[3]) G. Wolff. *Das australische Gold.* Z. d. D. G. G. 1877, S. 149.

[4]) G. Leinung. *Bericht über das Eisenerzvorkommen im Tayeh-Bezirk. Provinz Hupeh.* Siegen 1896.

mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 75 m auf. Sie bestehen aus Eisenglanz, Rotheisenerz und Magnetit fast ohne fremde Gangarten und sind in der Hauptsache arm an Phosphorsäure.

D. Erzhaltige Hohlraumfüllungen.

1. Die Bohnerze.

In mehreren Kalksteingebirgen des mittleren Europas, wie im südlichen Schwarzwald, dem fränkischen Jura, den Tyroler, Kärnthner und Krainer Alpen, dem Schweizer und französischen Jura, finden sich im Felsuntergrund bis in mässige Tiefe hinab gehende mulden-, trichter-, kessel-, schacht- oder schlauchförmige, zuweilen auch verzweigte Aushöhlungen und erweiterte Spalten, die neben anderem Material in Lehm eingehüllte Brauneisensteinknollen enthalten. Vorzüglich bilden Kalksteine und Dolomite des weissen Jura, zuweilen auch Trias- und Kreidekalke das Nebengestein dieser Erosionsgebilde. Die Wandungen der Höhlungen sind vom Wasser glatt abgeätzt und erscheinen oft wie gefirnisst, zumal wenn sie etwas verkieselt sind. Zuweilen sind sie auch mit einer Brauneisensteinkruste überzogen. Bei den verzweigten Höhlungen können einzelne aufsteigende Abtheilungen leer sein. Die Füllung der Schlote ist im übrigen höchst mannigfaltig beschaffen. Vorzugsweise besteht sie aus Kalkschutt, rother Erde, wie sie bei der Auflösung von Kalkstein zurück zu bleiben pflegt, oder Lehm; ferner finden sich darin neben den Bohnerzen noch allerlei von oben her eingespülte, sehr verschiedenartige Gerölle, Sande und Thone, sogar Braunkohlenschmitzen.

Das Alter der Einschwemmungen lässt sich aus den oft nicht seltenen organischen Resten in den Bohnerzschloten bestimmen. Man fand in ihnen Zähne und Skeletttheile von oligocänen Säugethieren, wie Anoplotherium, Palaeotherium und Lophiodon, und solche miocänen Alters, wie Mastodon, Rhinoceros und Dinotherium, auch tertiäre Pflanzenreste, sodass die Einschwemmung der Bohnerze ebenfalls in die Tertiärzeit fallen muss.

Treten die Schlote in Einsenkungen von Kalksteinflächen auf, so hängt ihre Füllung bisweilen unmittelbar mit oberflächlichen Bohnerzlagern von gleichem Alter zusammen, die zum Theil eine bedeutende, bis 30 m ansteigende Mächtigkeit erlangen können.

Die meisten Bohnerze werden allgemein als die Absätze eisenreicher Quellen und speciell die Brauneisenerzbohnen als aus solchem Quellwasser gebildete Concretionen aufgefasst. Dies mag auch für viele

Vorkommnisse zutreffen, nicht aber für alle. Wie A. W. Stelzner[1]) z. B. von den Bohnerzen der Villacher Alpe in Kärnthen nachwies, zeigen hier die Bohnen keine Andeutung einer concentrisch-schaligen oder radialstrahligen Structur, wie es sonst gewöhnlich der Fall zu sein pflegt, sondern machen den Eindruck eingeschwemmter und vorher vom Wasser gerollter Fragmente anderswo entstandener Brauneisensteine, wie denn auch innerhalb der rothen Erde dieser Kärnthner Bohnerzschlote, die im triasischen Hauptdolomit eingesenkt sind, neben den Erzknollen auch Quarzkörnchen, Zirkone, Rutile, Granate, Turmaline, Epidot- und Hornblendesplitter, also Residua an der Erdoberfläche anderswo zerstörter krystalliner Gesteine sich finden.

Im folgenden mögen noch einige wichtigere Verbreitungsbezirke von Bohnerzschloten angeführt werden, wobei im voraus bemerkt werden muss, dass der Bergbau auf Bohnerze als Schlotausfüllungen zur Zeit nirgends einige Bedeutung besitzt.

Früher sind viele Bohnerztrichter für den Bedarf der dortigen Eisenhütten in der schwäbischen Alp und in der Grafschaft Pappenheim ausgebeutet worden. Aus dieser Zeit stammt unser Profil eines zwar sehr erzarmen, aber wegen der sehr mannigfachen Einschlüsse recht interessanten Bohnerzschlotes der schwäbischen Alp, das wir nach dem Original von Graf von Mandelsloh[2]) in Fig. 247 wiedergeben. In diesem Gebiete trifft man das Bohnerz in den Höhlungen des Frankendolomites (oberer weisser Jura), der die Oberfläche ausgedehnter Hochflächen bildet.

Auch sei hier noch erinnert an den von W. Branco[3]) untersuchten merkwürdigen Fund von Zähnen eines anthropoïden Affen im Bohnerz der schwäbischen Alp.

Ein zweites bekanntes Bohnerzrevier in Deutschland ist das von Kandern, Stockach, Möhringen und Jestetten im Juragebiet des südlichsten Theiles von Baden. Nach den älteren Beschreibungen[4] hatte man es jedoch hier nicht mit Schlotfüllungen, sondern mit horizontal ziemlich ausgedehnten Oberflächengebilden auf dem weissen Jura, seltener auf dem Muschelkalk, zu thun, die zum Theil von diluvialem Löss verhüllt waren. Etwa 70—80 kleine Gruben waren ehemals darauf in Betrieb. Seit Ende der 60er Jahre indessen wird

[1]) A. W. Stelzner. *Ueber die Bohnerze der Villacher Alpe.* Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1887, S. 219.

[2]) Graf F. v. Mandelsloh. *Geogn. Profile der schwäbischen Alp.* 1834.

[3]) Branco. *Die menschenähnlichen Zähne aus dem Bohnerz der schwäbischen Alp.* Stuttgart 1898. Mit 3 Tafeln.

[4]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten II.* S. 179—181. Nebst älterer Litteratur.

nicht mehr darauf gebaut. Es wechselten hier erzführende Schichten mit solchen von Sand, Kalksteinconglomerat und Geröll. Neben dem Erz fanden sich concentrisch gefärbte Jaspisknollen (Kugeljaspis), die Krystalldrusen von Kalkspath, Gyps oder Quarz umschlossen. Man unterschied Reinerz und eigentliches Bohnerz. Das Reinerz ist ein schaliger, dichter oder faseriger Thoneisenstein, der eingesprengt oder nieren- und nesterweise vorkommt. Im Innern solcher nierenförmiger Gebilde gewahrte man Hohlräume mit Glaskopfinkrustationen, nadelförmigem Brauneisenerz, Braun-, Eisen- und Kalkspath. Das Bohnerz

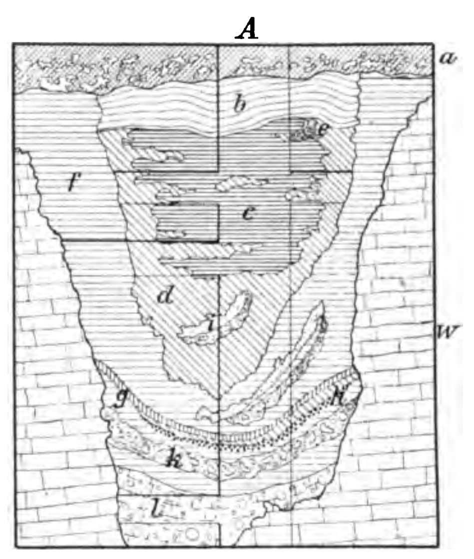


Fig. 247. *Profil eines erzarmen Bohnerztrichters bei Ludwigsthal* nach F. von Maudelsloh.

Der Schacht (31 m tief) mit drei Versuchsstrecken.

a Fragmente von Jurakalk.
b Blauer und brauner Thon.
c Braunkohle.
d Thon mit Pflanzenresten.
e Kreideartige Kalksteinstücke.
f Gelber Thon.
g Brauner Thon mit Braunkohle.
h Bohnerz.
i Sandstein.
k Quarzconglomerat.
l Kalksteinconglomerat.
w Kalkstein und Dolomit des weissen Jura.

besteht aus zu Nestern und Lagern vereinten concentrisch-schaligen erbsen- bis wallnussgrossen Brauneisenerzconcretionen. Aus den tertiären Säugethierresten und Haifischzähnen inmitten dieser Ablagerung lässt sich ein Schluss auf ihr Alter machen. Danach sind diese Massen erst in der Tertiärzeit abgelagert worden. Ob aber die concentrischschaligen Concretionen von Brauneisenerz und Jaspis an Ort und Stelle sich ausgeschieden haben oder Reste zerstörter Juraschichten sind, scheint nicht sicher zu entscheiden gewesen zu sein.

In den Ostalpen kennt man echte Bohnerztrichter ausser dem oben erwähnten von der Villacher Alpe noch an zahlreichen anderen Punkten, so in der Wochein[1]), unweit Krainburg in Krain, in der Gegend von Hof unweit Laibach und bei Lunz[2]) in den nördlichen Kalkalpen.

Sehr grosse Verbreitung haben Bohnerzschlote im schweizerischen und französischen Jura, z. B. in der Gegend von Laufen und Roeschentz in der Schweiz. Die gewöhnlich lose untereinander verbundenen Körner, Nieren und Ellipsoide des Brauneisenerzes liegen hier in buntem, meist rothem oder gelbem Thon innerhalb von oft sehr verzweigten Schloten. Daneben kommen auch aufgelagerte Massen von Bohnerz vor, die zum Theil den Eingang in die Schlote verdeckten. Bei Roeschentz standen benachbarte, durch besondere kleine Schächte aufgeschlossene Bohnerzschlote in einiger Tiefe durch unregelmässige horizontal ausgedehnte Höhlungen in Verbindung, die ebenfalls bauwürdige Erze enthielten. Eine ältere ausführlichere Beschreibung von A. Gressly[3]), dessen Schlussfolgerungen übrigens heutigen Anschauungen ganz widersprechen, giebt doch wichtige Nachweise von den damaligen bergmännischen Aufschlüssen. Wir entnehmen ihr das Profil in Fig. 248.

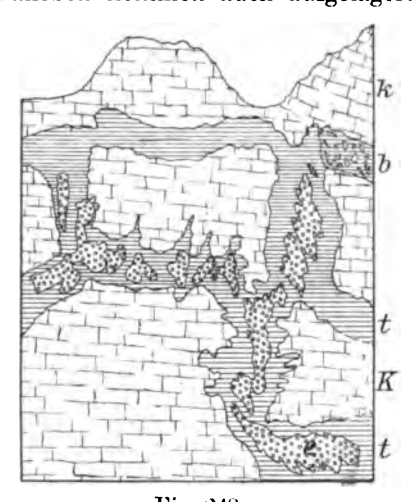


Fig. 248.
Profil durch die ehemaligen Bohnerzgruben Silberloch bei Roeschentz nach Gressly.
k Kalkstein (weisser Jura), *t* Thone, *b* Kalksteinbreccien, *e* Bohnerz.

Auch im französischen und deutschen Antheile der lothringischen Juralandschaft sind ähnliche Bildungen bekannt, und früher z. B. bei Ville-Houdelémont, bei Malancourt u. a. O. abgebaut worden[4]), desgleichen auf den jurassischen Hochflächen des französichen Centralplateaus[5]).

[1]) A. v. Morlot. *Ueber die geol. Verhältnisse von Oberkrain.* Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1850, S. 405.

[2]) B. v. Foullon in den Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1887, Nr. 10, S. 2[illegible].

[3]) A. Gressly. *Sur le Jura Soleurois.* Neue Denkschriften. Neuchâtel V. Bd. 1841. S. 245—349. Mit vielen Profilen.

[4]) E. Jacquot. *Sur les mines et les minières de fer de la partie occidentale du dép. de la Moselle.* Ann. des Mines. T. XVI. Paris 1849. p. 427 ff.

[5]) L. de Launay. Compte-Rendu du VIII[e] Congr. géol. intern. 1900.

Vierter Abschnitt.

Secundäre Lagerstätten.

Unter secundären Lagerstätten versteht man aus der Zerstörung und Umlagerung primärer Lagerstätten entstandene Erzansammlungen. In der Hauptsache haben sich diese beiden Vorgänge auf mechanische, zum Theil aber auch auf chemische Art vollzogen. In beiden Fällen war das Wasser das Hauptwerkzeug, dessen sich hierbei die Natur bediente. Solche Zerstörungen und Umlagerungen von primären Lagerstätten können bereits in weit entlegenen geologischen Perioden stattgefunden haben, aber nur verhältnissmässig selten sind deren Erzeugnisse aus so alter Zeit uns in erkennbarem Zustand überliefert worden. In grosser Zahl dagegen finden sich solche Trümmerlagerstätten, wie man sie ebenfalls zu nennen pflegt, unter den tertiären und quartären Gebilden der Erdkruste. Man hat sich daran gewöhnt, die quartären und auch noch die tertiären Trümmerlagerstätten unter der Bezeichnung Seifen zusammen zu fassen, diesen Ausdruck aber nicht auf die genetisch sonst ganz gleichwerthigen älteren Trümmerlagerstätten anzuwenden, höchstens solche gelegentlich als „fossile Seifen" anzusprechen.

A. Aeltere Trümmerlagerstätten.

I. Trümmerlagerstätten von Eisenerzen.

1. Trümmerlagerstätten von Brauneisenerz in der Kreideformation.

a) In der Unteren Kreide.

Die Eisenerze von Salzgitter und von Dörnten nördlich von Goslar[1]).

Diese ökonomisch recht bedeutenden Eisenerzlagerstätten gehören dem Neocom oder Hils an, das in dem Salzgitterer Höhenzug zugleich

[1]) Das Folgende ist ein Auszug aus einem uns freundlichst zur Verfügung gestellten Manuscript von Herrn Regierungs-Baumeister Hoyer in Hannover.

mit jurassischen und triasischen Schichten einen nach NNW. streichenden, steil aufgerichteten, schmalen Sattel bildet und demgemäss in zwei annähernd parallelen Zonen zu Tage ausgeht.

Bei Salzgitter baute man früher und weiter südlich bei Dörnten baut man noch heute auf einem 3—25 m mächtigen, deutlich geschichteten Lager. Dieses besteht aus gerundeten oder eckigen Brauneisensteinfragmenten, sowie auch einzelnen Phosphatknollen, die durch ein eisenschüssiges, zum Theil etwas kieseliges, aber sehr kalkarmes Bindemittel verkittet sind. Die Fragmente stammen aus dem mittleren und unteren Dogger, dem Lias, Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein. Recht häufig sind abgeriebene Liasammoniten unter diesen Massen. Dass die Ablagerung der Eisensteingerölle zur Neocomzeit erfolgte, beweisen die miteingeschlossenen Cephalopoden dieser Stufe, vorzüglich Arten von Perisphinctes und Olcostephanus, mehr nach Süden zu auch Belemnites subquadratus Röm.

Das Liegende bilden im Norden alle möglichen Schichten vom Keuper bis zur Parkinsoni-Zone des Doggers, im Süden solche von den Rogensteinbänken des Buntsandsteins bis zur Opalinus-Zone des Doggers. Als Haugendes trifft man verschiedene Schichten vom mittleren Gault bis zu den Minimus-Thonen des Oberen Gault. Das Lager ist demnach entstanden aus der Zerstörung, Aufbereitung und theilweisen Wiederablagerung der betreffenden jurassischen und triasischen Gesteinsmassen. Es ist eine litorale Bildung des transgredirenden Meeres der älteren Kreidezeit, in welcher die ursprünglich in den verschiedensten älteren Horizonten nur spärlich verbreiteten Eisensteine vermöge ihrer Widerstandskraft gegen die Zerstörung durch das Wasser sich concentrirt haben.

Ueber die chemische Zusammensetzung der Erze von Salzgitter geben folgende Analysen Aufschluss.

	I.	II.	III.
SiO_2	19,32 %	19,73 %	19,66 %
Fe_2O_3	52,09 „	52,79 „	52,66 „
Mn_2O_3	1,07 „	0,57 „	1,15 „
Al_2O_3	4,36 „	3,55 „	4,68 „
CaO	5,27 „	4,47 „	7,54 „
P_2O_5	1,67 „	0,99 „	1,73 „
H_2O und CO_2 (gebunden)	12,21 „	11,63 „	13,01 „
H_2O (hygroskopisch)	4,00 „	5,28 „	
Fe	36,46 „	36,96 „	36,86 „
Mn	0,75 „	0,40 „	0,80 „
P	0,73 „	0,42 „	0,76 „

Nach R. Boettger enthalten manche Proben des Eisensteins von Salzgitter Vanadin.

Der Abbau in grösserem Stile begann in den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts. Die nördlichen Zechen und von den südlichen Fortuna sind jetzt auflässig. Von den letzteren dagegen steht die Grube Georg Friedrich bei Dörnten, der Ilseder Hütte gehörig, noch im Betrieb.

β) *In der Oberen Kreide.*

Die Eisenerze von Ilsede[1]).

Südlich von Peine in der Provinz Hannover, in der Umgebung der Gross-Ilseder-Eisenhütte, werden seit 1860 auf zwei Zechen Eisenerzflötze abgebaut, die der senonen Quadratenkreide zwischengeschaltet sind: 1. zwischen Adenstedt und Gross-Bülten, 2,5 km in W. von Ilsede kennt man ein Flötz von 8—9 m Mächtigkeit, das auf 4 km streichende Länge aufgeschlossen ist; 2. zwischen Lengede und Bodenstedt, 10 km in SW. von der Hütte, baut man auf einem solchen von 2,2—7 m Mächtigkeit, dessen streichende Länge auf 2,1 km verfolgt werden konnte. An beiden Abbaupunkten stellt das Flötz mitsammt seinem Liegenden und Hangenden den einen stark abgesunkenen und vielfach von Verwerfungsklüften durchzogenen Flügel eines Gebirgssattels dar, dessen Gegenflügel durch Denudation grösstentheils wieder verschwunden ist. Ueberreste des Flötzes im Diluvium von Hohenhameln und Hoheneggelsen, sowie von Ilsede sprechen u. a. für eine ehemals viel weitere Erstreckung nach Süden hin.

Die Zugehörigkeit zur Quadratenkreide wird durch die im Bindemittel dieser Trümmerlagerstätte reichlich vorhandenen Petrefacten bewiesen, wie Ostrea diluviana Sow., Janira quadricostata Sow., Terebratulina striata d'Orb., Belemnitella quadrata d'Orb., sowie durch mächtige, bis 95 cm grosse Ammoniten aus dem Subgenus Placenticeras. Auch folgt im Hangenden, wo dieses nicht später denudirt ist, überall typische Quadratenkreide. Da ferner im Liegenden zwischen Adenstedt und Gr. Bülten Gault-Thone, bei Lengede-Bodenstedt dagegen theils Brongniarti-, theils rother Mytiloïdes-Pläner, also Unter-Turon folgt, muss man schliessen, dass das Erz transgredirend auf älteren Kreideschichten abgelagert ist.

Seiner Beschaffenheit nach besteht das Erz aus nuss- bis faustgrossen, eckigen und scharfkantigen, sowie auch aus deutlich gerollten, kugelrunden bis ellipsoidischen Brauneisensteinstücken, die durch einen gelbbraunen Mergel oder einen erdigen Brauneisenstein verkittet werden. Ein Theil der Gerölle erweist sich als hohle Geoden, deren Wandung

[1]) A. v. Strombeck *Ueber die Eisensteinablagerung bei Peine.* Z. d. D. G. G., IX. Bd., 1857, S. 313—322. — D. A. Brauns. *Ueber die obere Kreide von Ilsede bei Peine etc.* Verh. d. naturh. Vereins zu Bonn. 31. Bd. — Derselbe. *Ueber das Eisensteinlager von Ilsede.* Z. f. d. ges. Naturw. zu Halle. XLIII. S. 280. — Das Folgende verdanken wir wesentlich einer brieflichen Mittheilung von Herrn Hoyer.

Krustenstructur verräth, und deren Innenraum häufig Drusen von Pyrolusit, Psilomelan, Kalkspath und Manganspath enthält.

Die Brauneisensteinfragmente, wie auch die nicht selten sie begleitenden Phosphoritknollen stammen aus dem abradirten Gault, denn sie umschliessen häufig Reste von Acanthoceras Milletianum d'Orb. und A. Cornelianum d'Orb., wie sie für den Gault dieser Gegend charakteristisch sind. Diese Trümmer stellen die widerstandsfähigsten vom transgredirenden Meere aufbereiteten Theile der zerstörten Gaultschichten dar. Jurassische Reste dagegen wurden darin nicht gefunden. Ganz unzutreffend ist nach dem Gesagten die bisweilen für diese Erze angewandte Bezeichnung Bohnerze.

Es ist selbstverständlich, dass die chemische Zusammensetzung eines derartigen Gebildes eine sehr schwankende sein muss, sodass eine Durchschnittsanalyse mehr nur technischen Werth hat. Sie lautet für die Ilseder Eisenerze, wie folgt:

Fe	34,8 %	$CaCO_3$	10,0 %
Mn	3,9 „	P	1,1 „
SiO_2	6,6 „	S }	Spuren.
Al_2O_3	3,4 „	MgO }	

Das Erz bricht für die Verhüttung vortheilhaft in grossen Stücken.

Die Jahresproduction der Eisenerzgruben der Gegend von Peine betrug 1898 516225 t.

Ganz analoge, doch nur sehr geringmächtige Vorkommnisse kennt man auch am Gehrdener Berge bei Hannover.

2. Trümmerlagerstätten von Magnet- und Rotheisenstein im Tertiär.

Hierher gehört ein nicht unbedeutendes Vorkommniss auf dem breiten Bergrücken Pojana Wertop 4 km. in S. von Bogschan in Südungarn. Es besteht aus fluviatilen Schottern von tertiärem, nach J. Halavats[1]) wahrscheinlich sarmatischem Alter. Als Material dieser Schotter, die auf krystallinem Kalkstein des Glimmerschiefergebirges aufruhen, erkennt man die typischen Gesteine der Erzzone Dognacska-Moravicza (S. 608), u. a. neben verschiedenen krystallinen Schiefern und Banatiten, krystallinen Kalkstein, Granatfels, Magnetit und Hämatit. Letztere beiden finden sich in abgerundeten Geröllen und Blöcken bis zu einer Schwere von 7—8 t. Sie sind namentlich in den tiefsten Lagen der bis 50 m mächtigen Schotter concentrirt und werden aus den durch Tagebaubetrieb geförderten Massen ausgelesen, soweit ihr Durch-

[1]) J. Halaváts. *Ber. über die Aufnahme bei Bogschan.* Jahresb. d. kgl. ungar. geol. Reichsanst. 1889.

Siehe auch Anonymus. *Das Eisenerzvork. im sarmatischen Schotter der Pojana Wertop.* B. u. H. Z., 1896, S. 53—55.

messer 5 cm übersteigt. Das Verhältniss der Eisenerzgeschiebe zu den mit geförderten praktisch tauben Massen schwankt zwischen 1: 19,2 und 1: 33,2. Im Jahre 1894 wurden dort 4100 t Erz producirt.

II. Aeltere Trümmerlagerstätten von Golderz.

1. Die Gold führenden cambrischen Conglomerate der Black Hills in Dakota.

Nach W. B. Devereux[1]) besteht das Grundgebirge in der Nähe dieser Lagerstätte aus stark metamorphen palaeozoischen (algonkischen) Schiefern, die von dem Homestake Goldquarzgang durchsetzt werden (siehe das Profil auf Fig. 249). Discordant auf diesem aufgerichteten Schiefergebirge lagert fast horizontal das Cambrium. Es besteht zuunterst aus Conglomeraten, die vom Detritus der Schiefer gebildet sind. Sie sind am Ausstrich jenes Goldquarzganges nicht entwickelt, setzen aber in dessen unmittelbarer Nachbarschaft an und nehmen von dort

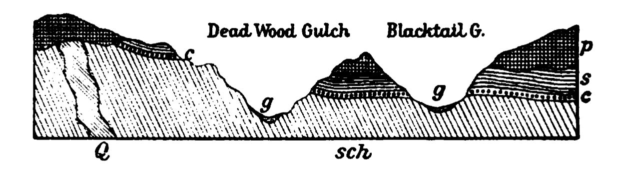


Fig. 249.
Ideales Profil durch die Goldlagerstätten der Black Hills nach Devereux.

sch metamorphe Schiefer, *Q* Goldquarzgang (Homestake Vein), *s* Potsdam-Sandstein, *c* Gold führende Conglomerate, *p* Porphyr. *g* junge Goldseifen.

ab an Mächtigkeit zu, stellenweise bis auf etwa 30 m. Sie bestehen aus theilweise eckigen, meist aber aus gerundeten Fragmenten von Schiefer und etwas Rotheisenstein und gehen nach oben hin in Sandsteine über, die das Hangende bilden. Diese Sandsteine führen unzweifelhafte Petrefacten der cambrischen Potsdam-Stufe mariner Entwicklung. Sie werden von einer Porphyrdecke überlagert, die einen Theil des Ausstriches vom Homestake-Gang unmittelbar verhüllt.

Das Gold findet sich in bauwürdiger Menge nur in den Conglomeraten und ist darin besonders unmittelbar auf der Auflagerungsfläche concentrirt, namentlich in den Mulden und Rinnen derselben. Gewöhnlich

[1]) W. B. Devereux. *The occurrence of gold in the Black Hills.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 10. Bd., 1882., p. 465—475. — F. C. Smith. *The Potsdam Gold-Ores of the Black Hills.* Ebendort. 27. Bd. 1898.

war bloss eine 1,5—1,8 m mächtige unterste Partie der Conglomerate bauwürdig. Das Gold bildet häufig gerundete, ohne Zweifel mechanisch zugleich mit den Geröllen zugeführte Körnchen, wie in echten Seifen, ausnahmsweise auch einmal ein Klümpchen bis fast 4,5 g im Gewicht. Jedes Körnchen hat eine Hülle von Eisenoxyd, das auch das Cement der Conglomerate darstellt. Daneben kommt das Gold aber auch in anderer Ausbildung vor, die nur auf chemische Ausscheidung hindeuten kann, nämlich als dünne, zusammenhängende Häutchen zwischen Spaltflächen von Schieferbrocken und als feiner Staub zwischen den Schieferlagen des unmittelbar unter den Conglomeraten anstehenden Gebirges.

Auf dem Grunde der Deadwood- und der Blacktail-Schlucht, die in die goldführende Formation, sowie in das Grundgebirge eingeschnitten sind, hat man früher auch alluviale Goldseifen betrieben, die das Metall an tertiärer Lagerstätte enthielten.

Nach J. D. Irving[1]) führen übrigens auch die hangenderen cambrischen Schichten, z. B. die Schiefer und Sandsteine am Spearfish Creek Gold, wenn auch nicht in bauwürdiger Menge.

Wie bereits S. 594 mit Fig. 237 gezeigt worden ist, enthält die cambrische Formation derselben Black Hills noch andere Golderzlagerstätten eingeschaltet, die durch eine nachträgliche Vererzung kalkiger Gesteine entstanden sind.

2. Gold führende Trümmerlagerstätten der Carbonformation.

Aus Australien kennt man schon seit längerer Zeit schichtige Goldlagerstätten in der Carbonformation. So hat R. Daintree[2]) das Vorkommen von Gold in vom Wasser gerundeten Theilchen in einem Conglomerat der Glossopteris-Stufe des Carbons bei Peak Downs in Queensland beschrieben. Ebenso ist bekannt[3]), dass die untersten Bänke des Carbons, die im Gebiet nördlich von Gulgong in New-South-Wales weite Strecken bedecken, stellenweise einen zahlbaren Goldgehalt führen. Dem gleichen Niveau gehören die von Clarke entdeckten Gold führenden Conglomerate von Tallawang im Phillips County derselben Colonie an. In Tasmanien wurde Gold in den Kohlenschichten von Hobart gefunden[3].

Für Amerika würde an das von Dawson und F. Harth[4]) beschriebene Beispiel von Corbetts Mills im Colchester County von Neu-Schottland zu erinnern sein, wo sich gerundete Goldkörnchen in einem carbonischen Conglomerat finden, das übrigens von Goldquarztrümern durchsetzt wird.

[1]) J. D. Irving. *A Contribution to the Geology of the Northern Black Hills.* Annals New York Ac. of Sc., Vol. XII, No. 9, p. 296.

[2]) R. Daintree. *Occurrence of gold in Australia.* Quart. Journ. Geol. Soc. 1878, 34. Bd., p. 435.

[3]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 649.

[4]) Nach G. Becker, citirt in Z. f. pr. G., 1898, S. 217.

Selbst europäische Lagerstätten dieser Art sind schon länger bekannt. So ist in den untercarbonischen Conglomeraten von Bessèges im südlichen Frankreich (Dép. Gard) nach Phillips auf Gold gebaut worden[1]).

3. Golderzlager der mesozoischen Formationen.

Besonderes Interesse verdienen unter diesen die Gold führenden Conglomerate der jurassischen marinen Mariposa-Formation im Placer-County der Sierra Nevada in Californien. Nach W. Lindgren[2]) enthalten sie neben sehr fein vertheiltem Gold noch Pyrit, aber keinen Magnetit und Ilmenit. Da diese Mariposa-Schichten von einigen der grössten Goldquarzgänge der Sierra Nevada durchsetzt werden, ist zugleich durch diese Conglomerate, falls ihr Goldgehalt wirklich nicht durch spätere Imprägnation entstand, eine noch ältere jetzt zerstörte Generation von primären Goldlagerstätten in Californien angezeigt.

Andere Gold führende mesozoische Conglomerate kennt man im nördlichen Landestheil von Californien am Klamath-Fluss und im Siskiyou County. Diese wurden von Dunn als alte Flussseifen betrachtet, enthalten aber nach Siller[3]) marine Petrefacten. Das Gold ist hier von Rotheisenerz und Pyrit begleitet.

Auch in Australien sind mesozoische Gold führende Sedimente verbreitet, besonders in Neuseeland. In den Districten von Otago, Nelson und Southland trifft man in dieser Colonie solche im Jura, am Mt. Buster in der Kreide an[4]).

Tertiäre Goldlagerstätten, die nun schon ganz den Charakter echter Seifen tragen, werden wir bei der Beschreibung der letzteren erwähnen.

III. Aeltere Trümmerlagerstätten mit Kupfer- und Bleierzen.

Die Kupfer- und Bleierzlagerstätten vom Cap Garonne bei Toulon.

Nach B. Lotti[5]) ist in der Gebirgskette Des Maures östlich von Toulon und in dem französischen Abhang der Seealpen die Uebergangs-

[1]) Nach G. Becker, ebenda. S. 216.

[2]) W. Lindgren. *An Auriferous Conglomerate of Jurassic Age from the Sierra Nevada.* Am. Journ. Sci., III. Ser., 48. Bd., 1894, p. 275.

[3]) Citirt nach Z. f. pr. G., 1898, S. 216.

[4]) H. A. Gordon. *Hysteromorphous Auriferous Deposits of the Tertiary and Cretaceous Period in New Zealand.* Trans. Amer. Inst. Min. Eng., 25. Bd., 1896, p. 292.

[5]) B. Lotti. *Sul giacimento sedimentario cuproplumbifero di Cap Garonne.* Rassegna Min. Vol. XIV, N. 16, 1901. Siehe auch Z. f. pr. G., 1901, S. 281—283.

zone zwischen Perm und Trias in Gestalt von Quarzconglomeraten entwickelt, die am Cap Garonne eine 0,5—1,2 m mächtige erzführende Zone einschliessen. Die Gerölle des Conglomerates bestehen aus einem Gangquarz und sind durch ein Kaolin- oder Glimmercement verbunden, worin im oberen Theile Körnchen und Krystalle von Bleiglanz mit Baryt, im unteren dagegen Kupferschwärze (Melaconit), vermischt mit Kupferglanz und Resten noch unzersetzten Kupferkieses sich finden. Aus dem Vorkommen von Kupferglanz im Innern von grossen Quarzgeröllen und von Bruchstücken von Kupferkies im Cement schliesst B. Lotti, dass hier eine echte Trümmerlagerstätte vorliegt. Die primären Vorkommnisse sieht er in dem älteren das Perm unterlagernden cambrischen und archäischen Gebirge. In diesem findet man thatsächlich viele Quarzlinsen und Quarzgänge mit Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und Bournonit, die bei Bormettes, Verger, Rieille, Cogolin u. a. O. abgebaut werden.

B. Die jüngeren Trümmerlagerstätten oder Seifen.

Allgemeines über Seifen.

Unter Seifen versteht man unmittelbar an der Erdoberfläche oder wenigstens sehr nahe derselben liegende, lockere, aus der Zerstörung älterer Lagerstätten hervorgegangene, mehr oder minder gerollte Massen, die gewinnbare Mengen von Erzen oder Edelsteinen einschliessen. Nach der Natur des Inhaltes werden danach Erz- und Edelsteinseifen zu unterscheiden sein, wovon nach dem Plane dieses Werkes nur die ersteren zu behandeln sind. Da die Erze in den Seifen sich meist auch dem minder geübten Auge leicht verrathen, und da sie vor allem gewöhnlich leicht durch einfache Waschprocesse daraus gewonnen werden können, sind die Seifen im Verlauf der Geschichte der einzelnen Länder fast immer die ersten Gegenstände eines Bergbaubetriebes gewesen, infolgedessen aber auch gewöhnlich am frühesten von allen Lagerstätten eines Landes erschöpft worden. So ist z. B. von dem in alten Zeiten nicht unbedeutenden Seifenbergbau in Deutschland und Oesterreich so gut wie nichts übrig geblieben. In neu entdeckten oder vor kurzem erst der Civilisation erschlossenen Ländern dagegen sehen wir die Seifenbetriebe als erste Bergbaublüthen sich mächtig entfalten. Darum sind wir bei der Auswahl von Beispielen für die Lehre von den Seifen in der Hauptsache auf solche Gegenden angewiesen.

Nach der Art des Gewinn lohnenden Metalles oder Erzes in den Seifen wird man von Goldseifen, Platinseifen, Zinnerzseifen u. s. w. sprechen, während der Ausdruck Eisensteinseifen wenig gebräuchlich ist.

Da die Seifenablagerungen allen Einflüssen der atmosphärischen Luft und des die obersten Bodenschichten durchspülenden Wassers ausgesetzt waren, wird man in der Hauptsache nur schwer lösliche und überhaupt schwer angreifbare, überdies durch grosse Schwere vor einer leichten Wegschwemmung geschützte Metallverbindungen in ihnen antreffen können, wie besonders schwer lösliche gediegene Metalle (Gold, Platin u. a.) und oxydische Erze (Zinnstein, Magnetit u. a.). Leicht oxydirbare Metalle und Schwefelverbindungen werden im allgemeinen in den Seifen nicht vorkommen. Bei der Zerstörung älterer Lagerstätten können auch winzig kleine und sparsam eingestreute Metallverbindungen, wenn sie nur die genügende Widerstandsfähigkeit und Schwere besitzen, erhalten bleiben, und wir sehen so auch sonst höchst spärlich vertheilte Metalle, wie das Platin, das auf ursprünglicher Lagerstätte kaum irgendwo die Gewinnung lohnen würde, innerhalb der Seifen in den Bergbau lohnenden Mengen concentrirt.

Nach der Lage der Seifen zu den ursprünglichen Lagerstätten und zum Theil auch nach der Art des natürlichen Aufbereitungsprocesses dieser älteren Massen können zwei verschiedene Gruppen von Seifen unterschieden werden[1]):

1. Oertlich entstandene oder eluviale Seifen.
2. Durch Anschwemmung entstandene Seifen, die ihrem geologischen Alter nach wieder in alluviale, diluviale und tertiäre Seifen zerfallen.

Die örtlich entstandenen Seifen, die übrigens gegenüber den anderen die selteneren sind und jedenfalls, wo sie auftreten, mindere Ausdehnung haben als jene, findet man in unmittelbarer Nähe der ursprünglichen Lagerstätten und ganz unabhängig von fliessenden Wasserläufen an Berggehängen, auf Hochebenen, zuweilen sogar auf Berggipfeln. Da sie die Verwitterungsproducte der älteren Lagerstätten fast ganz unvermischt enthalten, zeichnen sie sich durch eine grosse Gleichartigkeit ihres Materiales vor den angeschwemmten Seifen aus. Die Rundung ihrer einzelnen Bestandtheile ist eine nur ganz geringe,

---

[1]) B. v. Cotta. *Erzlagerstätten I.* Freiberg 1859. S. 100. — C. Zerrenner. *Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamantenwaschen aus Seifengebirge etc.* Mit 3 Taf. 1851.

die grösseren Fragmente erweisen sich bloss leicht kanten- und eckenbestossen, auch ist eine Sortirung des Materiales nach der Grösse nur sehr unvollkommen vor sich gegangen. Wesentlich werden diese Art Seifen geschaffen durch die Arbeit von Luft und Regen, derselben Agentien, deren Thätigkeit wir schon bei der Entstehung der Hutbildungen beobachteten, wie denn überhaupt Hut und örtliche Seifen oft ineinander übergehen. Bei der Zerkleinerung der ursprünglichen Lagerstätten haben ausserdem mit Antheil der Wechsel der Temperatur und bei der Sortirung der Bruchstücke nach der Grösse auch der Wind. In wüstenhaften Gegenden und unter einem tropischen Himmel verursachen die ausserordentlich grossen Temperaturgegensätze zwischen dem Tag mit seiner Sonnengluth und zwischen der schnell hereinbrechenden Nacht mit ihrer gewaltigen Wärmestrahlung eine sehr weitgehende Zerkleinerung des Ausgehenden einer Lagerstätte. Auch harte Massen zersplittern. Wind und Sturm wühlen den so entstandenen Schutt auf, fegen die feineren Theilchen fort und lassen die grösseren und zugleich auch von den kleinen die schwereren an Ort und Stelle zurück. Regenschauer schwemmen den schweren Antheil bei etwas geneigtem Gelände wenige Meter abwärts oder breiten ihn auf ebenem Boden allseitig aus. Es hat demnach in den örtlichen oder eluvialen Seifen wohl eine chemische und mechanische Umlagerung des ursprünglichen metallhaltigen Materiales an Ort und Stelle stattgefunden, nicht aber ein Transport desselben auf grössere Strecken hin.

Die durch Anschwemmung entstandenen Seifen dagegen finden sich nur in Bach- und Flussrinnen, in Süsswasserseen oder in der Küste nahen Meerestheilen. Sie liegen meist innerhalb der heutigen Thalläufe oder in der heutigen Litoralzone, werden aber häufig auch innerhalb von hochgelegenen und unter Umständen die heutige Thalrichtung schneidenden Zügen fluviatiler Sedimente, alten Thalterrassen oder Deckenschottern der Hochflächen (Californien, Ohlapian in Siebenbürgen), sowie endlich auch in alten Küstenterrassen über dem heutigen Meeresspiegel angetroffen. Ihr Material ist immer stark gerollt und meist nach der Grösse der Bestandtheile in Schotter, Grand, Sand, Thon, Lehm u. s. w. getrennt. Das Gleiche zeigt sich zum Theil auch bei dem darin enthaltenen Erz.

Dieses pflegt bei den durch Anschwemmung entstandenen Seifen in besonderer Weise vertheilt zu sein, wie das aus dem schematischen Längsprofil durch eine Goldseife nach Art der uralischen in Fig. 250, S. 641 hervorgeht. Die Theilchen des Schwermetalles haben sich nämlich

in auffälliger Weise ganz an der Auflagerungsfläche der angeschwemmten Massen concentrirt, die höher gelegenen Schichten sind gewöhnlich sehr arm und werden als blosser Abraum überhaupt nicht mit verwaschen. Besonders die grösseren Klumpen von Schwermetall, wo solche als Seltenheiten gefunden werden, finden sich fast immer unten an der Basis. Dabei ist der Einfluss der petrographischen Beschaffenheit und der Lagerung des Grundgebirges auf den Reichthum der unmittelbar darauf ruhenden Seifenschichten ein sehr bedeutender. Gesteine, wie Kalkstein und Dolomit, die vom fliessenden Wasser derart angegriffen werden, dass sie eine rauhe, löcherige oder gar mit tiefen Schrunden versehene Oberfläche erhalten, fangen in ihren Vertiefungen die Schwermetalltheilchen auf, während Gesteine, die vom Wasser glatt gescheuert werden, wie viele feinkörnig krystalline Eruptivgesteine, Diabas u. a. an ihrem Ausgehenden die darüber hin strömenden schweren Körnchen

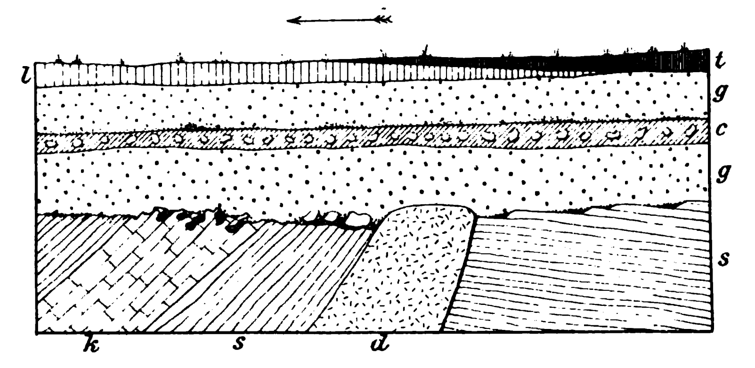


Fig. 250. *Idealer Längsschnitt durch eine Goldseife.*

s Schiefer, *k* Kalkstein. *d* Diabas. *g* Grande und Sande. *c* conglomeratisch verkittete Geröllage. *l* Lehm. *t* Torf. die fein punktirten Partien reich an Gold.

nicht aufzuhalten vermögen. Am besten wirken solche Gesteinsschichten auffangend, die steil geneigt sind und in der Richtung des ehemaligen Flusslaufes einfallen, viel schwächer dagegen horizontale oder schwach rückwärts einfallende Bänke. Viele schieferige Gesteine, die an ihren Schichtenköpfen im Flussbett etwas aufblättern, fangen viele feinste Theilchen von Schwermetallen zwischen den aufgelockerten Schieferungsflächen, sodass nicht selten, wie am Ural, auch die obersten Lagen solcher anstehender Schiefer mit auf Gold oder Platin verarbeitet werden können. Liegen auf der Sohle der Seife grössere Gesteinsblöcke, so sind nicht selten auch zwischen diesen reiche Nester anzutreffen.

Zuweilen kommen auf dem Felsgrund, dem die Seifen aufgelagert sind, schmale Rinnen von längerer Erstreckung vor (channels), die

dann besonders reich zu sein pflegen (siehe Fig. 255 S. 662), oder wohl auch Kessel (pockets), die ausserordentlich grosse Ausbeute spenden. Stromabwärts von solchen reichen Kesseln, wenn der auf ihnen ruhende Abraum gering ist, und eine theilweise natürliche Wiederausräumung Platz greifen konnte, pflegt dieser Segen fächerförmig in immer verdünnterer Form sich auszubreiten. Der gut geübte Prospector vermag daher bisweilen, durch solche Schweife aufmerksam gemacht, die Richtung zu erkennen, wo ein reicher Kessel liegt.

Wo eine Seifenablagerung eine undurchdringliche Schicht eingeschaltet enthält, etwa eine eisenschüssige, fest cementirte Schotter- oder Sandlage, kann sich eine Concentration des Schwermetalles auch auf dieser Fläche gebildet haben, und alsdann die Seife zwei oder mehr reiche Horizonte enthalten. Dies gilt auch für die Fälle, bei denen Lavaströme, die sich in den Thälern ausbreiteten und zeitweilig den Absatz von Grand, Sand oder Thon unterbrachen, eine solche undurchdringliche Lage darstellen, wie es im westlichen Nordamerika und in Australien öfters beobachtet worden ist.

Da man häufig solche festere Zwischenmassen für das eigentliche Grundgebirge hielt und erst später den Irrthum gewahrte, heissen diese Zwischenmittel auch „falsches Grundgebirge“ („false bottom“ [Amerika], „loshnyj plotik“ [Ural]).

In manchen Fällen wiederholen sich auch in höherem Niveau reiche Lagen. So führt K. Schmeisser[1]) das Profil des Schachtes der Ross United Goldmine bei Hokitika auf der neuseeländischen Südinsel an, worin nicht weniger als 8 Zonen mit beträchtlicher, wenn auch nicht durchaus abbauwürdiger Goldführung vorkommen.

Es wäre übrigens irrig, im ganzen Querprofil eines Flussthales diesen Reichthum der untersten Schotter-, Grand- oder Sandlagen vorauszusetzen. Die Anreicherung ist vielmehr auch in diesem Horizont keine allseitige, sondern gewöhnlich nur auf mehr oder minder breite Striche beschränkt, die bald in der Mittellinie des Thales, bald längs einer Flanke desselben sich hinziehen, bald nahe, bald entfernt vom heutigen Wasserlauf. Auch können mehrere solcher reichen Stromstriche nebeneinander im Schwemmland des Thales verlaufen, doch nur im Unterlauf, wo das Gefälle ein geringeres ist.

Um sich die Anreicherung der untersten Lagen der Seifen zu erklären, hat man früher viel von einem natürlichen Aufbereitungsprocess während der Ablagerung gesprochen. Dieser ist in manchen Fällen

[1]) K. Schmeisser. *Australasien.* S. 90.

wohl möglich, in vielen anderen aber kommt man, wie F. Pošepny[1]) richtig bemerkt hat, mit dieser Annahme allein nicht zum Ziel. Das Material einer Seife ist in vielen Fällen durchaus nicht „classificirt und sortirt", sondern Lagen mit sehr verschiedener Grösse ihrer Körnchen und Gerölle wechseln zwischeneinander ab. Wo aber die Grössenverhältnisse der Bestandtheile mit solchen Vorstellungen einer Aufbereitung im grossen Stil übereinstimmen, wo zuunterst, wie so häufig, das gröbste und schwerste Material liegt, nach oben hin immer leichteres folgt, dort müssen wir doch bedenken, dass diese Lagen alle nacheinander in vielleicht sehr langer Zeitfolge angeschwemmt worden sind. Nur für engere Thalschluchten mag es hier und dort zutreffen, dass alle die Sohle bedeckenden Massen mit einer einzigen Fluth thalabwärts bewegt und abgesetzt worden sind.

Die Ansammlung feinerer Metalltheilchen am Grunde lockerer angeschwemmter Massen erklärt sich besser bis zu einem gewissen Grade durch die Annahme eines späteren Tiefersinkens dieser Partikel, wie dies ebenfalls durch F. Pošepny betont worden ist. Jedem Probirer ist die Thatsache bekannt, wie die leisesten Erschütterungen einer Schale mit einer gepulverten Erzprobe genügen, um die schweren, metallischen Körnchen darin durch die tauben leichteren hindurch abwärts gleiten zu lassen und am Boden zu concentriren. Selbst in der Ruhe und, wo es sich um grössere Massen handelt, wie bei Haufen von Mehlen der Přibramer Aufbereitung, lässt sich das nach F. Pošepny beobachten. Werden diese nach längerem ruhigen Stehen untersucht, so bemerkt man eine Concentration des Bleiglanzes unten am Boden. In porösen Ablagerungen von Grand und Sand, die noch dazu, wie gewöhnlich bei Seifen, von kräftigen Grundwasserströmen durchflossen werden, in denen also kleinste Partikel Stösse erhalten können, wird ein solches allmähliches Tiefersinken feinster Theilchen von schweren Erzen ebenso gut möglich sein. Kennen doch auch die Archaeologen schon längst die Erscheinung des Einsinkens von Münzen und dergl. in lockerem Erdreich, und Helmhacker erklärt mit Recht das seltene Vorkommen von metallischem Blei in angeblich tieferen Lagen uralischer Seifen aus dem allmählichen Abwärtswandern von Schrotkörnern, die aus Jagdgewehren stammen.

Die weitere Frage endlich, ob eine Concentration gewisser in den Seifen vorkommender Erze (gediegen Gold, Zinnstein) auch auf chemischem Wege möglich ist, vermittelst einer Auflösung und nach-

[1]) F. Pošepny. *Genesis.* S. 207.

träglichen Wiederabscheidung, wollen wir weiter unten für die einzelnen Klassen dieser Seifen untersuchen.

Nach dem Gesagten ist es einleuchtend, dass gewisse alluvial-Seifen nach längeren Zeiträumen wieder neuen Reichthum erlangen können. Solche Beispiele kennt man im Ueberschwemmungsgebiet vieler grösseren Flüsse Australiens, so am Buller-Fluss und im Otago-District auf Neuseeland. Nach K. Schmeisser[1]) führt z. B. der Clutha-Fluss im Otago-Goldfeld zur Zeit der Schneeschmelze jedesmal neue reichere Massen den dortigen Seifen zu.

In einigen Gegenden erreicht der goldhaltige, jährlich vom Fluss bewegte Detritus schliesslich das Meer, wie an der Ostküste von Australien zwischen dem Clarence- und Richmond-Fluss, an der Küste von Oregon in Nordwest-Amerika, bei Wladiwostock in Südost-Sibirien. Auch bereitet das Meer selbst im Wechsel der Gezeiten und im Spiel der Brandungswellen aus dem Gesteine der Küste die schweren Erztheilchen auf. An der Küste bei Neapel zum Beispiel schafft die See aus dem Detritus der Vesuvlaven ziemlich concentrirte Magnetit-Augitsande. An den Ostseeküsten, z. B. bei Warnemünde, werden die Erztheilchen der am Gestade anstehenden Diluvialschichten local angereichert. Besonders der nordische Geschiebemergel mit seinen massenhaften Trümmern krystallinischer Gesteine bietet solche Erzkörnchen dar. Nach Deecke wird das Wasser bei der Aufbereitung solcher Sande, die schliesslich local bis 64 % Eisenerz enthalten können, unterstützt durch den Wind, der zur Ebbezeit die leichten Quarz- und Silicatkörnchen wegbläst.

Verfolgt man einen Strom, der in seinen angeschwemmten Massen Erze enthält, von seiner Quelle ab bis ans Meer, so lässt sich nicht selten wahrnehmen, wie die Grösse der aus den Seifen auswaschbaren schweren metallischen Theilchen mehr und mehr schwindet. Grösser Flüsse werden in der Regel nur die feinsten Stäubchen ins Meer hinaustragen können, nur kurze und kräftige Gebirgsbäche an Steilküsten vermögen auch schwerere Körnchen bis an die See zu transportiren.

In vielen Fällen wird man umgekehrt beim Aufwärtswandern in einem Seifen führenden Flussthal schliesslich eine Stelle erreichen, wo grössere Bruchstücke von Erz, zum Theil mit noch angewachsener Gangart, die Aufmerksamkeit des Suchenden am höchsten spannen, wo die einzelnen Fragmente nur geringe Abrollung zeigen und vielleicht noch Krystallformen erkennen lassen. Dort wird man endlich auch am Thalgehänge des Haupt- oder eines Nebenthales die Lagerstätte, die

[1]) K. Schmeisser. *Australasien.* S. 100.

den Fluss versorgte, vielleicht in abbauwürdigem Zustand als Gang, Lager oder Stock antreffen. Oft aber auch hört die Erzführung der Flusssande im Oberlauf plötzlich auf, ohne dass man dort eine eigentliche Lagerstätte trotz des eifrigsten Suchens entdecken könnte. Man hatte nur die obere Grenze solcher Gesteinsmassen erreicht, die das im Flussthal concentrirte Erz in spärlicher Vertheilung und vielleicht nur in winzigen Partikeln enthalten. So hört im Ural die Platinführung der Alluvionen auf, sobald die obere Grenze von Olivingesteinen oder Serpentinen im Flussthal erreicht ist.

Ueber die Art der zu suchenden primären Lagerstätte wird den aufmerksamen Beobachter manchmal das Mitvorkommen charakteristischer Begleitmineralien in den Seifen aufklären können. So ahnte man im Ural schon lange, ehe der wirkliche Nachweis geliefert war, dass das Platin aus Olivingesteinen stammen möge, da man Chromit in seiner

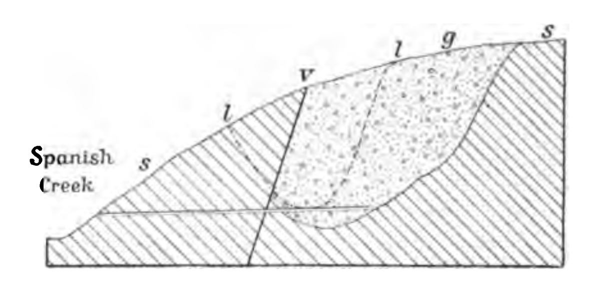


Fig. 251. *Profil durch eine verworfene Goldseife am Spanish Creek in Californien* nach Whitney.

s Schiefer, *g* Gold führender Grand, *V* Verwerfungskluft, *l* Umrisslinie der bergmännischen Aushöhlung.

Begleitung fand, schliesslich sogar Stückchen, die Platin mit Chromit verwachsen zeigten. Ja in manchen Fällen wird vielleicht der minder werthvolle oder werthlose Begleiter erst die Aufmerksamkeit auf das Erz in den Seifen selbst lenken, wie so häufig der schwärzliche Magnetit- und Ilmenitsand auf das Gold. Namentlich beim Aufsuchen mariner Seifen müssen den Prospector solche schwärzliche Sande auf die richtige Spur bringen.

So jugendliche Gebilde im geologischen Sinne die Seifen auch sind, haben sie doch in manchen Fällen schon Dislocationen erlitten. Zahlreiche Beispiele von Verwerfungsspalten, die Seifenlager sammt ihrem Grundgebirge durchsetzen und oft den Abbau empfindlich stören, sind aus Californien bekannt. Fig. 251 stellt einen solchen Fall dar, der ganz deutlich erkennen lässt, dass die Spalte erst nach Ablagerung

der Seife einriss. Zuweilen sind Basaltgänge auf solchen Verwerfungsspalten emporgedrungen, wie mehrfach in den Plumas und Sierra Counties von Californien. Auch schwach gefaltete **Seifenschichten** hat man in jenem Lande beobachtet.

Wir gehen nun dazu über, die durch das gewonnene **Haupterz** gekennzeichneten einzelnen Classen von Seifen an typischen Beispielen näher zu schildern.

Die besonderen Arten von Seifen.

a) Magneteisenerzseifen.

Am nördlichen Gestade des Sct. Lorenz-Stromes, nahe seiner Mündung, ziehen sich ausgedehnte Ablagerungen von titanhaltigem Magnetitsand hin, die aus der Aufbereitung der Verwitterungsproducte der am Oberlauf anstehenden Norite durch das Flusswasser entstanden sind. Am bekanntesten sind die Vorkommnisse an der Moisie-Bucht bei der Mündung des Moisie-Flusses. Andere werden angegeben aus der Umgebung von Mingan, Bersimis, Natasquan, Kagashka und Batiscan. Die Erzsande bilden mehrere Centimeter dicke Lagen in gewöhnlichem Flusssand. Eine besonders reiche Probe von Moisie hielt 70,10 % FeO bez. 55,23 % Fe und 16 % TiO_2 [1]).

Aehnliche Sande befinden sich am Ufer des Champlain-Sees.

Auch an der nordamerikanischen Westküste, zwischen Point Mendocino in Californien und der Mündung des Umpqua-Flusses in Oregon sind Magnetitsande bekannt, die zugleich goldhaltig sind [2]).

An der Küste der südwestlichen Ecke der Nordinsel von Neuseeland in der Provinz Taranaki [3]) kennt man auf einer 13 Meilen langen Strecke, nahe der Stadt New Plymouth, titanhaltige Magnetitsande, die durch Dredschen noch in 3 Meilen Abstand von dem Lande nachgewiesen werden konnten. Die Herkunft dieser Alluvionen muss von dem vulkanischen Gebiet um den Mt. Egmont herum abgeleitet werden. Es wurden auch Schmelzversuche mit diesen Sanden angestellt.

[1]) J. F. Kemp. *A Brief Review of the Titaniferous Magnetites.* School of Mines Quarterly, Vol. XXI, 1899, p. 331—333.

[2]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 26.

[3]) E. Metcalf Smith. *On the Treatment of New Zealand Magnetic Iron Sands.* Journ. of the British Iron and Steel Inst., 1896, I., S. 65.

die man mit Thon brikettirte. Die Sande enthielten 52,88 % Fe_2O_3, 29,60 % FeO und 8,14 % TiO_2.

Die titanhaltigen Magneteisenerzsande an der Westküste der Südinsel von Neuseeland sind zugleich goldhaltig und wurden deshalb verwaschen.

Titanhaltige Magnetitsande kennt man ferner von dem Gestade bei Yamakushinai, Provinz Iburi, und bei Kobui, Provinz Oshima, auf der japanischen Insel Yeso[1]).

In Europa sind sie an verschiedenen Küstenstrecken mit vulkanischen Gesteinen aufgefunden worden, jedoch nirgends abbauwürdig, so z. B. stellenweise in der Bai von Neapel.

Ein früher wenigstens versuchsweise abgebautes, schon Agricola bekanntes, zwar bergbaulich belangloses aber geologisch interessantes Vorkommniss befindet sich im Seifengründel (Seufzergründel) bei Hinterhermsdorf in der Sächsischen Schweiz[2]).

Hier fliesst dem Kirnitzschflusse von Westen her ein winziges Bächlein zu, das aber trotz seiner heute geringen Wassermenge längs seinem Mittellauf ziemlich ausgedehnte steinige Lehme und Sande abgelagert hat. An der Hohwiese lagern unter diesen wohl jungdiluvialen Anschwemmungen dünne Lagen von schwärzlichen Sanden, die man auch zwischen dem groben Blockwerk im Unterlauf des Baches antrifft. Sie sind ausserordentlich reich an Magneteisenerz und titanhaltigem Magneteisenerz und enthalten ferner neben dem beigemengten Quarz noch Hornblende, Augit, Bronzit, gelbliche Hyacinthe, dunkle Spinelle (Ceylanite), selten grasgrünen Diopsid, Apatit, ganz vereinzelt endlich auch Rubin. Den Ausgangspunkt für die Eisenerzkörnchen und ausser dem Quarz auch für die übrigen Begleiter derselben bildet ein nur wenig oberhalb der Hohwiese gelegener kleiner Stock von olivin- und hornblendereichem Glasbasalt, worin Magnet- und Titaneisenerz, Bronzit und Spinell neben Augit nachgewiesen werden können. Der Basalt enthält in seiner brecciösen Contactzone gegen den von ihm durchbrochenen turonen Sandstein hin sehr spinellreiche Einschlüsse eines mittelkörnigen Bronzit führenden Gabbros.

b) An Eisenerz reiche lateritische Verwitterungsproducte.

Als eine geologisch sehr jugendliche, höchstens der Quartärzeit angehörige Bildung haben die an Eisenerzfragmenten reichen Laterite Brasiliens zu gelten, die unter der Bezeichnung Tapanhoacanga

[1]) J. F. Kemp. *A Brief Review of the Titaniferous Magnetites.* School of Mines Quarterly, Vol. XXI, 1899, p. 65.

[2]) A. W. Stelzner. *Ueber das Vorkommen von Edelsteinen in der sächs. Schweiz.* Sitzungsber. d. Isis. Dresden 1870. — O. Herrmann u. R. Beck. *Erläut. zur geol. Spezialk. von Sachsen.* Sect. Hinterhermsdorf-Daubitz. — H. Oehmichen. *Die böhmischen Granatlagerstätten und die Edelsteinseife des Seufzergründels bei Hinterhermsdorf.* Z. f. pr. G. 1900, S. 13—17.

(nach der gleichnamigen Sierra) in die Litteratur eingeführt worden sind[1]). Sie sind in der Provinz Minas Geraës bei den Ortschaften Itabira, Villarica und Marianna verbreitet, wo sie als eine 1—4 m mächtige Hülle das Ausgehende der dortigen Eisenglimmerschiefer und anderer krystalliner Schiefer vielfach bedecken. In einem oft nur spärlichen Bindemittel von Roth- und Brauneisenstein enthalten sie Fragmente oder Gerölle von Eisenglimmerschiefer, Glanzeisenerz, Magneteisenerz und Brauneisenerz nebst solchen von verschiedenen krystallinen Gesteinen, besonders von Quarzit und Itacolumit. Sie zeichnen sich ausserdem mehrorts durch die Führung von Gold, Diamant, Topas, Rutil, Zirkon und anderen selteneren Mineralien aus.

Eine eigenthümliche Ausbildung besitzen nach G. C. Du Bois, dem wir eine sehr eingehende Arbeit über diesen Gegenstand verdanken[2], die eisenreichen Laterite Surinams. In dem eisenreichen, zellig-schlackigen Oberflächenlaterit nimmt man Knollen und deutlich kugelförmige Concretionen wahr, deren Grösse von der des feinsten Schrotes bis zu 2 cm ansteigt. Diese Kugeln besitzen schaligen Aufbau, aber keine Radialstructur. Sie bestehen in der Hauptsache aus Limonit (86,9 % $F_2 O_3$), enthalten aber auch neugebildeten Quarz, Chalcedon und spärliche Silicatreste. Neben diesem Brauneisensteinpisolith findet sich in der Lateritdecke Surinams übrigens auch oolithischer Beauxit.

c) Zinnsteinseifen.

1. Die Zinnsteinseifen des Erzgebirges und benachbarter Gebirge.

Bei der grossen Häufigkeit primärer Zinnerzlagerstätten im Erzgebirge kann es nicht überraschen, dass auch Zinnsteinseifen hier in grosser Verbreitung vorkommen und bis in das zuletzt vergangene Jahrhundert hinein einen stellenweise recht bedeutenden Seifenbetrieb[3]) veranlassen konnten, dessen Beginn sich urkundlich bis zum Ende des 12. Jahrhunderts zurück verfolgen lässt.

Die meisten erzgebirgischen Zinnseifen liegen im Gebiet der Granite oder in dem Contactbereich derselben. Theils sind es eluviale

[1]) v. Eschwege. *Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens.* 1832. S. 141. — Pluto Brasiliensis 1838. S. 225.

[2]) G. C. Du Bois. *Beitr. z. K. der surinamischen Laterit- und Schutzrindenbildungen.* Tschermaks Min. Mitth. 1903, XXII. B., S. 31.

[3]) H. Schurtz. *Der Seifenbergbau im Erzgebirge und die Walensagen.* Stuttgart 1890. Mit vollständiger Litteratur.

Bildungen, die aus nur ganz wenig bergab bewegtem, eckigem Gesteinsschutt bestehen und sich hoch an den Gehängen hinaufziehen können, wie in der Gegend des Greifensteines bei Geyer und an zahlreichen Stellen bei Eibenstock und Johanngeorgenstadt, theils angeschwemmte Massen, die alluviale, diluviale, in einem Falle auch tertiäre Thalböden ausfüllen. Die alluvialen und diluvialen Vorkommnisse können kaum immer scharf von einander geschieden werden, die tertiären werden wir am Schlusse besonders schildern.

Die Thalseifen stellen mehr oder minder gut geschichtete Geröll- oder Sandlager dar, die von sandigen Lehmen und Thonen oder Torf bedeckt zu sein pflegen und vorzugsweise aus gerollten Bruchstücken von Granit, contactmetamorphem Schiefer sehr verschiedener Art, besonders auch Andalusitglimmerfels und Turmalinschiefer, sowie aus Gangquarz und Stücken von Gangbreccien zusammengesetzt sind. Der Zinnstein kommt darin meist in winzigen Körnchen, aber auch in grösseren Graupen vor, die bisweilen noch Krystallform erkennen lassen, selten ist er in grösseren Klümpchen gefunden worden, die indessen fast immer mit etwas Quarz verwachsen sind und Bruchstücke von zinnsteinreichem Greisen darstellen. Greisengerölle sind überhaupt neben den Turmalinschieferbrocken die besten Anzeichen für einen Zinnsteingehalt von angeschwemmten Massen, wie es den alten erzgebirgischen Seifnern genau bekannt war. Neben dem Zinnstein fanden sich zuweilen Topas, Apatit, Beryll, Flussspath, Malachit und an verschiedenen Stellen auch gediegen Gold. Goldfunde werden erwähnt aus den Seifen der Gegend von Annaberg (in einem churfürstlichen Befehl von 1657), von Eibenstock und Johanngeorgenstadt. Doch ging man diesem Metalle nur ganz gelegentlich neben dem Zinnstein nach.

Das ergiebigste Zinnseifengebiet des Erzgebirges war die Umgebung des Auersberges bei Eibenstock. Das alte Wappen dieser Stadt enthielt neben der Keilhaue und einem Kleeblatt die Seifengabel, erst das neuere Schlägel und Eisen. Unter den ehemaligen dortigen Seifen seien genannt die bei Bockau, bei Sosa, bei Wildenthal, am Steinbach. Agricola erwähnt als besonders berühmt das Seifenwerk Fletschmaul (Blesmaulum) unweit von Wildenthal. Die Seifenwerke der Sauschwemme und des Steinbaches standen von 1643—1671 in hoher Blüthe. Die Sauschwemme gab in dieser Zeit 19596 Gulden Gewinn. Sie bauten noch zu Anfang des 19. Jahrhunderts bis 1830, wenn auch in dieser letzten Periode ohne jeden Gewinn. Sehr zahlreiche Seifen waren ferner bei Johanngeorgenstadt und auf dem böhmischen Nachbargebiet bei Platten in Betrieb. Im mittleren Erz-

gebirge hatten solche bei Geyer, Thum und Ehrenfriedersdorf, auch bei Annaberg und Buchholz Bedeutung. Im östlichen Gebirgstheil sind zu nennen die Seifengebiete im Graupener Thale und die wahrscheinlich erst von hier aus entdeckten im Müglitzthale und seinen Verzweigungen. Auch die Bergbaugeschichte von Altenberg und Zinnwald begann mit der Ausbeutung der Seifen an den Gehängen und in den Thälern.

Aus der Nachbarschaft des Erzgebirges mögen die Zinnseifen von Schönfeld und von Schlackenwald, südlich von Elbogen im nordwestlichen Böhmen, sowie diejenigen bei Wunsiedel, Weissenstadt und Hirschberg im Fichtelgebirge erwähnt werden.

Die tertiären Seifen des Erzgebirges sind auf die Gegend an der Steinhöhe bei Seifen unweit Abertham beschränkt[1]), wo sie unter

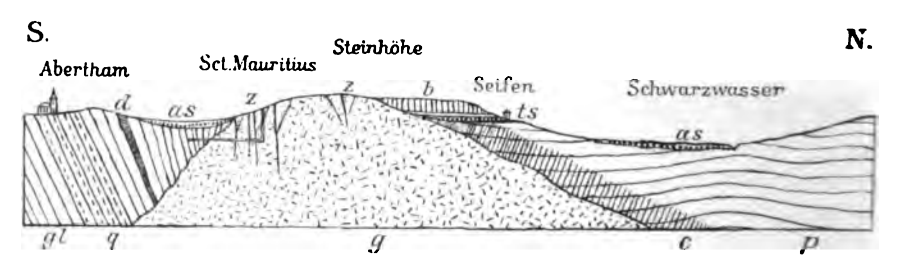


Fig. 252. *Idealer Schnitt durch das Zinnseifengebiet bei Abertham im Erzgebirge.*

gl Glimmerschiefer, ***q*** Quarzitschiefer, ***p*** Phyllit, ***c*** contactmetamorphe Schiefer, ***g*** Granit, ***z*** Zinnerzgänge mit Zwitterzonen, ***ts*** tertiäre Zinnseifen, ***b*** Basalt, ***as*** alluviale und diluviale Zinnseifen, z. Th. mit Decke von Torfmoor, ***d*** Diorit.

ganz analogen Verhältnissen auftreten, wie die tertiären Goldseifen Californiens und Zinnsteinseifen Australiens, nämlich in einem durch Lavadecken vor der Denudation geschützten Rest eines alten Flussthales, wie wir sie im Erzgebirge auch am Bärenstein, Pöhlberg und Scheibenberg kennen[2]).

Auf dem Granit und dem anstossenden, von ihm contactmetamorph veränderten Phyllit des Grundgebirges ruht an der Steinhöhe, wie Fig. 252 zeigt, eine etwa 10 m mächtige fluviatile Ablagerung, die petrographisch den Bildungen des Unteroligocäns gleicht. Zuunterst und am weitesten verbreitet liegt 3—6 m mächtig ein grober Schotter von Geröllen von

---

[1]) G. Laube. *Geologie des Böhmischen Erzgebirges I.* Prag 1876. S. 195 bis 197. — A. Sauer. *Erläut. zu Section Wiesenthal.* 1884. S. 81. — F. Schalch. *Erläut. zu Section Johanngeorgenstadt.* 1885. S. 119—123.

[2]) Lohrmann. *Einiges aus der geolog. Vergangenheit des Erzgebirges.* Annaberger Berichte. 1898.

vorwiegend greisenartigem Granit, feinkörnigem Granit, Gangquarzbreccie, Turmalinschiefer, Andalusitglimmerfels, Quarzitschiefer und Phyllitquarzknauern. Er wechsellagert mit Sanden, die reich an schwarzen Turmalinkörnchen und Glimmer sind. Darüber folgt ein feiner rother Letten, 0,3—1,3 m, alsdann ein sandiger, gelblicher oder bläulicher Letten, 0,3—0,6 m, und endlich Quarzsand mit Kreuzschichtung, 0,6—1,5 m. Das Ganze wird überdeckt von Basalt, der theils als Nephelin-, theils als Leucitbasalt ausgebildet ist und unter den sich nach NW. zu noch eine schwache Phonolithdecke einschiebt. Die tieferen kiesigen Lagen dieser Ablagerung enthielten so viel Zinnstein, dass sie unterirdisch zur Seifenarbeit gewonnen werden konnten und zur Entstehung des Fleckens Seifen auf der Nordwestseite der Steinhöhe Veranlassung gaben. In neuerer Zeit baute man dort nur auf Thon und Sand. Da unmittelbar südlich von der Steinhöhe zahlreiche Zinnerzgänge das Gebirge durchsetzen, die auf der Grube Sct. Mauritius noch kürzlich abgebaut wurden, ist die Zinnsteinführung dieser Tertiärgebilde leicht zu erklären.

2. Die Zinnsteinseifen in Cornwall.

Alles, was über dies wichtigste europäische Zinnsteinseifengebiet bekannt ist, findet sich übersichtlich bei J. A. Phillips und H. Louis[1]) zusammengestellt, denen wir hier folgen:

Die Zinnseifen führen in Cornwall die Bezeichnung „streamworks". Es lassen sich dortselbst folgende Abarten solcher Bildungen unterscheiden:

1. Zinnseifen auf der Sohle heutiger Flussthäler oder am heutigen Meeresstrand, worin das Zinnerz gewöhnlich in eckigen oder nur kantengerundeten Körnchen vorkommt (Thalzinnseifen).
2. Zinnseifen in hochgelegenen Flussschottern, bis 210 m über den heutigen Wasserläufen, bei Sct. Agnes Beacon in noch älteren und höher gelegenen Kiesterrassen.
3. Zinnerz führender Gebirgsschutt am Ausgehenden von Zinngranit und Zinnerzgängen (eluviale Zinnerzseifen).

Unter den bekannten Profilen durch cornische Thalzinnseifen verdient besonders dasjenige der Happy Union-Seife im Sct. Austell-Thal beim Hafen Pentewan Interesse. In diesem Thale, oberhalb bei Sct. Austell, fliessen eine Reihe von kleinen Flüsschen zusammen, die von den granitischen Hensbarrow Bergen herabkommen. Auch die Zuflüsse der zinnreichen Umgebung der Grube Polgooth kommen hinzu. Der Untergrund des Thales besteht aus Schiefergebirge.

[1]) Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 28—33.

Nach J. W. Colenso lautet das Profil der Happy Union-Seife von oben nach unten, wie folgt:

9.	Flusssand, Schlick u. s. w.	6 m
8.	Seesand mit Eichenstämmen und Knochen von Megaceros hibernicus (Riesenelch) und Bos primigenius	6 "
7.	Schlick mit wenigen Steinen und Knochenresten	0,6 "
6.	Seesand mit Fragmenten mariner Muscheln	0,04 "
5.	Schlick mit Cardium edule	3 "
4.	Lage von Blättern, Nüssen des Haselstrauches, von Moos u. s. w.	0,06—0,12 "
3.	Torflager	0,06—0,12 "
2.	Zinnerzschicht (tinground), wo das Erz ausschliesslich vorkommt und zwar zusammen mit Geröllen von Granit und Turmalinschiefer und in Klumpen bis 10 Pfund schwer, zugleich auch mit etwas Gold	1—3 "
1.	das aus Thonschiefer (killas) bestehende Grundgebirge, dessen Oberfläche 18 m unter dem jetzigen Hochwasserspiegel liegt.	

Dieser Theil der cornischen Küste hat darnach seit Ablagerung der Zinnerzseifen eine Senkung erlitten. Weiter aufwärts im Thale fehlen in den Profilen der dortigen Zinnseifen die marinen Schichten.

Der Zinnstein der cornischen Seifen bildet theils mehr oder weniger gerundete Körner und Krystalle, theils kommt er in der Form als Holzzinn vor (siehe S. 214), und in seltenen Fällen auch als Pseudomorphose nach organischen Resten. Namentlich aus den Zinnseifen im Pentewan- und im Carnon-Thale kennt man Fragmente von Hirschgeweihen, die sich theilweise mit Zinnstein, Eisenoxyd und etwas Pyrit imprägnirt zeigen, besonders in den peripherischen Theilen ihres Gewebes.

Ein solches Bruchstück aus dem Penzanze-Museum enthielt nach J. H. Collins:

CaP_2O_6	80,04%
$CaCO_3$	2,24 "
CaF_2	0,50 "
FeS_2	1,66 "
Fe_2O_3	0,62 "
SnO_2	2,60 "
SiO_2	0,22 "
Organische Substanz und Verlust	12,12 "
	100,00%

Ist sonach auch nicht daran zu zweifeln, dass der bei weitem grösste Theil des Seifenzinnerzes rein mechanisch zugeschwemmt worden ist, so stellt doch ein kleiner Theil auch Ausscheidungen aus Lösungen von Zinnoxyd dar, die wohl erst innerhalb der Seifen sich gebildet hatten oder mit dem Grundwasserstrom den Thalböden zugeführt worden waren. Solcher wieder ausgeschiedener Zinnstein dürfte namentlich unter dem Holzzinn der cornischen Seifen enthalten sein.

Die Zinnseifen Cornwalls sind schon zur Zeit der alten Römer und Griechen ausgebeutet worden[1]), schon damals als Grossbritannien die „Cassiteriden“ genannt

[1]) Blümner. *Technologie etc. bei Griechen und Römern IV.* S. 81ff.

wurde. Jetzt sind die eigentlichen Seifen dieses Landes längst erschöpft und ausser Betrieb. Das, was man heute das „stream-working" heisst, ist nur die Gewinnung des in den „tailings" der Pochwerke enthaltenen Zinnsteines in den Thalsenken. Im Jahre 1894 rührten 6% der ganzen Cornwaller Zinnproduction aus der Verwaschung solcher verschwemmter armer Schlieche.

Auch in der Bretagne und im westlichen Spanien sind in älterer Zeit Zinnsteinseifen ausgebeutet worden.

3. Die Zinnerzseifen in Australien.

Auf dem australischen Festlande liegen die wichtigsten Zinnseifen in N.-S.-Wales nahe der Grenze an Queensland, im New-England-District. Sie wurden 1853 durch W. B. Clarke entdeckt, aber erst 1872 in Betrieb genommen, während in der Colonie Victoria schon einige Jahre früher auf Zinn gewaschen worden ist. Die Zinnseifen im New-England-District liegen theils auf der Sohle jetziger Thäler, theils in Stücken tertiärer Thalläufe, die von der Denudation verschont geblieben sind, meist geschützt durch basaltische Lavaströme. Das Seifenzinn stammt aus Granitmassiven, die von zahlreichen Zinnerzgängen durchtrümert werden. Unter den wichtigsten Seifengebieten dieser Gegenden mögen genannt werden Bendemeer, Watsons Creek, Stanthorpe, Copes Creek bei Inverell und ganz besonders Vegetable Creek. Fig. 253 giebt ein Bild der Lagerungsverhältnisse der sog. „deep leads" der letztgenannten Oertlichkeit. Es zeigt die seitliche Flanke

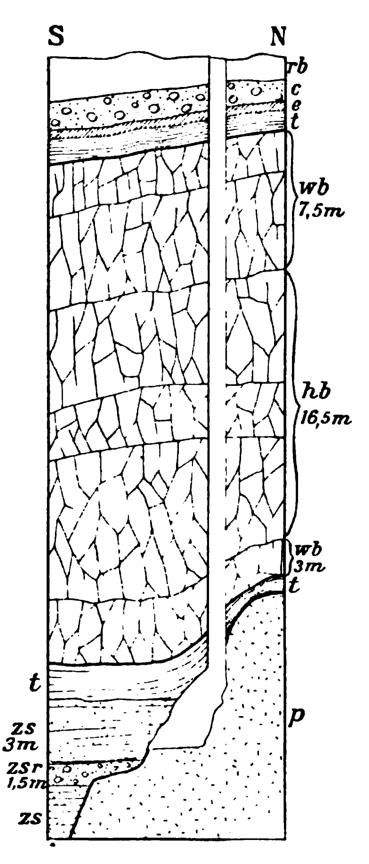


Fig. 253. *Profil des alten Schachtes der Gebrüder Wesley am Vegetable Creek* nach H. Louis.

rb Rother Boden, ***c*** Conglomerat, ***e*** Eisenstein, ***t*** Thon ***wb*** weicher Basalt, ***hb*** harter Basalt, ***zs*** zinnsteinhaltiger Sand, ***zsr*** zinnsteinreich, ***p*** Porphyr der alten Thalflanke.

eines alttertiären Thalbodens mit seiner Lavadecke, die hier aus mehreren petrographisch etwas verschiedenen Strömen sich zusammensetzt. Die Seifen solcher Art im Rose Valley nahe bei Vegetable Creek, die erst

1880 fündig wurden, haben in 9 Monaten 553,5 t Zinn geliefert. Neben diesen alten Seifen werden auch die alluvialen ausgebeutet. Seit 1882 hat man übrigens auch die primären Lagerstätten in Angriff genommen.

Es producirten nach H. Louis[1]) von den Zinnwerken am Vegetable Creek

	1886	1895
die Gruben auf Gängen . .	169 t	286 t
die alluvialen Seifen . . .	761 t	499 t
die alttertiären Seifen . . .	962 t	115 t
	1892 t	900 t.

4. Die eluvialen Zinnerzlagerstätten des Mount Bischoff.

Das grossartigste Beispiel eluvialer Zinnseifen bietet der Mount Bischoff im nordwestlichen Tasmanien[2]).

Dieser Berg besteht aus palaeozoischen Thonschiefern und Quarziten, mehr untergeordnet auch aus Sandsteinen und Dolomiten. Das Schiefergebirge wird von zahlreichen Gängen eines Quarzporphyres durchsetzt, die demselben Eruptionsheerd entstammen mögen wie ein Granit, der westlich des Mt. Bischoff, in 3,5 km Entfernung, in Gestalt eines Massives zu Tage tritt. Im ganzen kennt man am Berge 17 grössere solche Gänge, die nach sehr verschiedenen Richtungen streichen und sich um den Gipfel herum kreisförmig schaaren. Im Norden und Westen betheiligen sich dann noch Gänge der Zinnerzformation und taube Quarzgänge an der Zusammensetzung des Gebietes, während am Fusse des Berges, im NO. und S. eine tertiäre Basaltdecke mit untergelagerten Thonen das eigentliche Grundgebirge verhüllt.

Die Quarzporphyre, zum Theil auch die von ihnen durchsetzten Schiefer, haben bis zu $^3/_4$ km Entfernung von der Bergspitze eine sehr tiefgreifende Umwandlung erlitten, wie dies zuerst A. von Groddeck erkannt hatte und später Frhr. W. von Fircks eingehend begründete. Aller ursprüngliche Feldspath und Glimmer, im höchsten Stadium der Metamorphose auch der primäre Quarz, sind durch Topas, Turmalin, secundären Quarz und Zinnstein, mehr untergeordnet auch durch Fluss-

[1]) T. W. Edgeworth David. *Geology of the Vegetable Creek Tin-Mining Field.* Geol. Survey of N. S. Wales, 1887, p. 23. Referirt bei Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 662.

[2]) Wichtigste Litteratur: A. v. Groddeck. *Zur Kenntniss der Zinnerzlagerstätte des Mt. Bischoff in Tasmanien.* Z. d. D. G. G., 36. Bd., S. 642 ff. Nebst Nachträgen in Bd. 38 u. 39. — H. W. Ferd. Kayser. *On Mt. Bischoff.* Australas. Ass. for the Advanc. of Sc. Hobart Tasmania. Sect. C. 1892. — Frhr. W. v. Fircks. *Die Zinnerzlagerstätten des Mt. Bischoff in Tasmanien.* Z. d. D. G. G., 51. Bd., 1899, S. 431 ff.

spath, Arsen-, Schwefel- und Magnetkies nebst etwas Eisenspath ersetzt worden. Die Mischungsverhältnisse dieser neu eingewanderten Mineralien sind schwankend. Die an Turmalin reichsten Abarten pflegen zugleich die zinnsteinärmsten zu sein. Die Salbänder der mächtigeren Gänge sollen dagegen bisweilen nur aus Topas in pyknitartiger Ausbildung und Zinnstein bestehen.

Die eigentlichen Zinnerzgänge, wie der North Valley Lode und die Mt. Bischoff Lodes, enthalten Quarz, Eisenspath, Arsenkies, Schwefelkies, Zinnstein, Flussspath, Pyrophyllit und Wolframit; nur selten führen auch sie Topas. Ihre Salbänder sind reich an Sericit.

Für den Bergbau sind weder die an Zinnstein reichen Quarzporphyre, noch die Gänge der Zinnerzformation der wichtigste Gegenstand, sondern vielmehr die aus ihnen durch Verwitterung hervorgegangenen eluvialen Schuttmassen, die sich stellenweise als ganz ausserordentlich erzreich erwiesen haben. Die wichtigsten Anhäufungen dieser Art sind die sog. White Face, Slaughter Yard Face und Brown Face.

White Face liegt am Südabhang des Berges und flankirt beiderseitig einen umgewandelten Quarzporphyrgang. Diese Lagerstätte besteht, wie auch Theile der beiden anderen, aus nicht oder ganz schwach abgerundeten Bruchstücken des topasirten, zinnsteinführenden Quarzporphyres, zwischen denen sich ein zinnsteinreicher Topas-Quarzsand findet. Slaughter Yard Face, weiter oben am Berg, enthält auch etwas Schiefermaterial, ferner viele Kiese und deren Zersetzungsproducte, sowie Monazit und Wolfram, die jedenfalls von einem Gange der Zinnerzformation stammen.

Diese eluvialen Seifen ziehen sich an der häufig bis 45° steilen Berglehne bis zum Gipfel hinauf und erreichen stellenweise eine Mächtigkeit von 21 m und darüber. Am Fusse des Berges ist im Liegenden der White Face noch eine ältere Seifenablagerung mit mehr gerolltem Material nachgewiesen worden.

Die Brown Face endlich, die reichste von allen, liegt am Osthange des Berges inmitten der kreisförmig sich schaarenden Porphyrgänge. Sie bildet ihrer Form nach die Ausfüllung einer trichterförmigen Einsenkung. Ihre Mächtigkeit erreicht gegen 90 m, ihre horizontale Ausdehnung mehrere hundert Meter. Ihr Material ist ein Gesteinsschutt, der theils aus turmalinisirtem Schiefer, theils aus topasirtem Quarzporphyr besteht, immer aber viel Brauneisenerz und Eisenocker enthält. Das Zinnerz konnte in vielen Theilen dieser Lagerstätte leicht als feiner Krystallsand herausgewaschen werden, kam selten auch in gangartig durch die ganze Masse ziehenden Platten bis 10, ja 20 t im Gewicht vor. Die Brown Face ist offenbar aus einem ganzen Netzwerk von Klüften und Spalten der Zinnerzformation hervorgegangen, von denen aus das Nebengestein, die Schiefer und die Quarzporphyre, imprägnirt worden waren.

Das Zinnerz in der Gegend des Mt. Bischoff wurde erst 1871 und zwar als Seifenzinn im Forth River entdeckt. 1873 begann der Abbau der eluvialen Massen am Berge. Unter den damals gegründeten Gewerkschaften zeichnete sich die Mount Bischoff Tin Mining Company, die auf den drei soeben besonders aufgeführten

Lagerstätten baut, durch die ganz ungewöhnlich grosse Production aus. Seit ihrer Begründung hatte sie bis zum Schluss von 1902 60946 t Zinnerz mit einem Gehalt von rund 70 % Zinn gefördert.

5. Die Zinnerzseifen von Bangka und Billiton.

Noch immer sind die beiden Zinninseln Bangka und Billiton[1] eines der wichtigsten Zinnseifengebiete der Erde. Bangka liegt ganz nahe der Nordostküste des südlichen Sumatra, Billiton etwas weiter östlich zwischen Sumatra und Borneo. Diese Inseln haben einen gebirgigen Charakter. Sie, wie auch die kleinen Eilande in der zwischen ihnen durchführenden Gasparstrasse, bestehen nach R. Verbeek in der Hauptsache aus einem stark aufgerichteten Sandstein- und Schiefergebirge mit zahlreichen Granitstöcken. Das Alter der Sedimente ist wahrscheinlich präcarbonisch. Ihre Schichten sind am Contact mit den Graniten in Hornfelse umgewandelt worden und werden dort zugleich von zahlreichen Granitgängen durchsetzt.

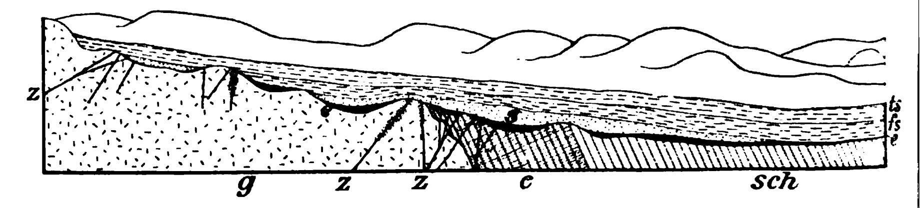


Fig. 254.
Idealer Längsschnitt durch ein Thalzinnlager, eine „Kollong"-Seife auf Bangka.
z. Th. nach Van Diest.

g Granit. *sch* Schiefer und Quarzite, *c* contactmetamorphe Schiefer, *z* Zinnerzgänge, *e* erzreiche Lage („kaksa"), unmittelbar auf dem Grundgebirge („kong"), *s* grober Sand, *fs* feiner Sand, z. Th. thonig, *ts* Thon und feiner Sand.

Die ursprünglichen Zinnerzlagerstätten dieser Inseln, Zinnerzgänge, die theilweise von Greisenzonen begleitet werden, sind schon erwähnt worden (S. 228). Unter den aus der Zerstörung derselben hervorgegangenen Seifen werden zweierlei Klassen unterschieden: 1. eluviale Seifen, „Kulit-Seifen" oder Bergzinnseifen und 2. angeschwemmte „Kollong-" oder Thalzinnseifen. Die ersteren liegen mehr in den oberen Theile der Thäler und an den Gehängen nahe den Ausstrichen der Gänge. Sie bestehen aus nur wenig transportirtem Material und ergaben jeweilig eine Ausbeute von Zinnerz in ganz gewaltigen Klumpen.

---

[1]) R. Verbeek. *Geologische Beschrijving von Bangka en Billiton.* Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie 1897. Mit vielen Karten. — Th. Posewitz. *Die Zinninseln.* Jahrb. d. kgl. ungar. geol. Anstalt. Bd. VIII. 1886.

wie man sie in den heutigen Gangaufschlüssen dort nirgends gefunden hat, Klumpen bis zu mehr als 1000 kg Gewicht.

Von den Verhältnissen der Thalzinnseifen giebt der umstehende ideale Längsschnitt durch ein Thalzinnlager nach van Diest eine Vorstellung (Fig. 254). Das Profil ist in folgender Weise entwickelt: Zuunterst, unmittelbar auf dem aus Granit, Hornfels, Sandstein oder Schiefer bestehenden Grundgebirge, „Kong“ genannt, liegt die „Kaksa“, ein Sand, der sehr reich an Zinnsteinkörnchen ist und meist einen Zinngehalt von 2—4%, selten bis 10% besitzt. Ausser diesen werthvollen Bestandtheilen enthält er vor allem Quarz, ferner mehr untergeordnet Brauneisenerz, Turmalin, Monazit, Beauxit und die räthselhaften Obsidiankugeln und -Zapfen, die mit den Moldaviten aus Mähren so grosse Aehnlichkeit besitzen[1]). Ueber der Kaksa folgt ein Abraum von 4—16 m Mächtigkeit, der in der Hauptsache aus Sanden und Thonen sich aufbaut. Im Mündungsgebiet der Flüsse, nahe am Meere, ist das Material aller dieser Sedimente natürlicher Weise ein feineres, Thon und Schlick walten vor, auch enthält die Kaksa hier nur ganz feinen Zinnerzsand (Zinnerzmehl). Manche Seifen führen auch etwas Gold. Die Abraumschichten sind zwar schwach zinnerzführend, aber nicht bauwürdig.

Auf Bangka wurde bereits seit 1710 Zinn gewonnen, lange Zeit ausschliesslich durch chinesische Gewerkschaften, auf Billiton begann die Ausbeutung erst später. Die Bearbeitung der Seifen beider Inseln geschieht auch heute noch durch Chinesen, aber unter Aufsicht europäischer Ingenieure. Bangka erzeugte im Jahre 1896 148122 Pikols, d. i. rund 9184 t Zinn, Billiton ungefähr gleichviel.

6. Die Zinnerzseifen der malayischen Halbinsel und anderer Gegenden Asiens.

Ausserordentlich ähnlich denen auf Bangka und Billiton sind die Zinnerzseifen der malayischen Halbinsel, die aber für den Weltmarkt eine noch viel grössere Bedeutung haben als jene. Liefern sie doch $^4/_7$ der Zinnausbeute der ganzen Welt. Die längs der Südwestküste hinziehende langgedehnte Gebirgskette dieses Landes birgt inmitten von Schiefern und Sandsteinen eine grosse Zahl von Granitstöcken, an die oder wenigstens an deren Nachbarschaft primäre Zinnerzlagerstätten, Gänge und Imprägnationszonen, gebunden sind. Das ältere Gebirge wird vielfach von einem körnigen Kalkstein discordant überlagert.

[1]) F. E. Suess. *Die Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser.* Mit 8 Tafeln und 60 Zinkotypien. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Wien 1900, Bd. 50. Mit vollst. Litteratur.

In fast allen den zahlreichen Thälern, die von dem Gebirgskamm herabkommen und granitische Territorien entwässern, liegen Zinnerzseifen und zwar:

an der Westküste besonders in den Staaten Perak, Selangor, und Sungei Ujong;

im Innern in den Staaten Jelebu und Negri Sembilan;

an der Ostküste in dem Staate Pahang.

Die bedeutendsten Vorkommnisse liegen in Perak und Selangor.

Auch auf der malayischen Halbinsel pflegen nach H. Louis[1] dem wir hier folgen, nur die untersten, hier 1,2—1,5 m mächtigen Lagen der Alluvionen bauwürdig zu sein, die Mächtigkeit des Abraumes von Sand und Thon wird auf 4,5—6 m angegeben, kann aber bis 24 m ansteigen. Ein seltener Ausnahmefall wurde zu Sorakai, Kinta, in Perak beobachtet, wo unter 6 m Abraum über 24 m waschbarer Zinnsand angetroffen wurde. Der mittlere Gehalt der bauwürdigen Sande an Schwarzzinn beträgt etwa 1%, nur ganz ausnahmsweise steigt er viel höher wie zu Saiak, Kinta, in Perak auf 20%.

Eine merkwürdige Form eluvialer Zinnerzseifen findet sich nach H. Louis an verschiedenen Stellen an beiden Hängen der malayischen Gebirgskette, besonders zu Bukit Ebu bei Kernai und zu Dreda und Goa Tumbus in Jalor. Es sind dies zinnsteinreiche Quarz-Sande, die mit Brauneisenerz verkittet sind. Das Cement scheint von der Zersetzung des Eisenkieses und Arsenkieses benachbarter Zinnerzgänge herzurühren. Die überall einem zersetzten Granit aufgelagerten Massen müssen gestampft werden, um den Zinnstein daraus zu waschen. Sie werden abgebaut, wenn sie über 1% Schwarzzinn enthalten. Stellenweise kann der Gehalt bis 30% steigen. Das Vorkommniss von Goa Tumbus führt neben dem Zinnstein auch oxydische Bleierze, wie Anglesit, Cerussit, Pyromorphit und Mimetesit, da in der Nachbarschaft auch Bleiglanz einbricht.

Lange vor der christlichen Zeitrechnung war der Zinnreichthum der malayischen Halbinsel und des benachbarten Archipels bekannt. Namentlich Perak producirte schon seit langer Zeit Zinn. Bereits 1677 gab es in Perak und Queda Zinnmünzen. Die englischen Kronkolonien Singapore, Malaka und Penang, die sogenannten Straits Settlements, die zwar selbst keine Zinnerze produciren, sind die Hauptausfuhrstellen für dieselben. Im Jahre 1897 erzeugten die obengenannten malayischen Staaten 45632 t metallisches Zinn.

Im Jahre 1900 betrug die Gesammtausfuhr von Zinn für Perak: 21166 t, Selangor: 16041 t.

[1]) H. Louis in Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 597—603.

Auch die angrenzenden siamesischen Staaten, besonders Kedah, endlich gewisse Gegenden in Birma besitzen Zinnerzseifen von ähnlicher Art, wie die auf der malayischen Halbinsel.

Hier möge auch die neuerliche Bearbeitung schon länger bekannter reicher Zinnerzseifen im nordöstlichen Asien, nämlich im Flussgebiet des Onon in Transbaikalien kurz erwähnt sein.

7. Zinnerzseifen in Mexico.

Unter den mexicanischen Zinnerzseifen scheinen diejenigen bei Tepezala im Staate Aguas Calientes besonderes Interesse zu verdienen. Nach dem von Alb. M. Doerr der Freiberger Sammlung übergebenen Material kommt dort der Zinnstein in nierenförmigen Massen von concentrisch-schaliger Structur, also concretionärer Entstehung vor. Die bis nussgrossen Nieren sind zum Theil mit einer Kruste von Eisenglanzblättchen bedeckt. Neben diesen, wie an Ort und Stelle gebildet erscheinenden Nieren finden sich aber auch stumpfeckige, scheinbar gerollte Fragmente eines gleichfalls lagenförmig aufgebauten Zinnsteines.

8. Zinnerzseifen in Südafrika.

In Südafrika kennt man im Gebiete von Embabaan in Swazieland Zinnseifen, die mit den S. 229 kurz beschriebenen zinnsteinführenden Pegmatitgängen genetisch in Zusammenhang stehen und in den „Ryan Tin Works“ ausgebeutet werden. Der Zinnstein findet sich hier in dem 0,9—4,5 m mächtigen Schwemmland der Thäler, und zwar zusammen mit Korund, Monazit, Aeschynit und Magnetit[1]).

d) Die Goldseifen.

1. Die Goldseifen des nordamerikanischen Continentes.

Unter allen Goldseifengebieten dürften die nordamerikanischen, besonders die californischen, die grössten Mengen des edlen Metalles erzeugt haben, und nirgends zugleich sind solche Lagerstätten wissenschaftlich genauer erforscht als hier.

---

[1]) A. F. Molengraaff. *Annual Report of the State Geologist of the South African Republic.* 1897.

I. Die californischen Goldseifen[1]).

Die californischen Goldseifen bilden einen etwa 700 englische Meilen langen Zug an den unteren westlichen Gehängen der Sierra Nevada. Ueber den allgemeinen geologischen Bau dieses Gebirges und über seine primären Goldlagerstätten siehe S. 302.

Besonders auch im Hinblick auf die Art der Gewinnungsarbeiten kann man in Californien drei verschiedene Klassen von Goldseifen unterscheiden, wobei allerdings geologisch nicht ganz gleichalterige Bildungen zusammengefasst werden müssen:

α) Alluviale und diluviale Seifen auf der Sohle recenter Flussthäler;

β) Seifen auf den mittleren Thalterrassen nicht allzu hoch über dem heutigen Wasserlauf, und meist hydraulisch abgebaut;

γ) Seifen von eocänem bis pliocänem Alter auf Hochflächen und hochgelegenen Thalterrassen, meist unterirdisch abgebaut (gravel mines).

α) Alluviale und diluviale Goldseifen.

Alluviale und diluviale Seifen (shallow placers) werden in Californien gewöhnlich aus ziemlich grobem Geröllmaterial gebildet, besonders aus den härteren, hier an dritter Lagerstätte befindlichen Geschieben der älteren Seifen. Das Gold darin ist zuweilen in ziemlich groben Stücken, zum Theil in mächtigen Klumpen angetroffen worden, meist in feinsten Körnchen und winzigen Scheibchen. Es zeigt im Gegen-

---

[1]) Wichtigste Litteratur: Laur. *Gisement et exploitation de l'or en Californie.* Ann. d. Mines, 1863, 6, III., p. 347. — H. Credner. *Beschreibung von Mineralvorkommen in N.-Amerika.* B.- u. H.-Z. 1866, p. 209. — J. A. Phillips. *On the Chemical Geology of the Gold-fields of California.* Phil. Magaz., 1868, 26. Bd. p. 231. — J. D. Whitney. *The Auriferous Gravels of the Sierra Nevada of California.* Cambridge (Harvard College Mem.) 1879—1880. — J. Leconte. *The Old River Beds of California.* Amer. Journ. Sc. iii., XIX., 1880, p. 176. — Ross E. Browne. *The Ancient River Beds of the Forest Hill Divide.* Tenth Ann. Rep. Cal. State Mineralogist, 1890, p. 437—440. — H. W. Turner. *Auriferous Gravels of the Sierra Nevada.* Amer. Geol., 1885, p. 372. — A. C. Lawson. *The Post-Pliocene Diastrophism of the Coast of Southern California.* Bull. Dep. of Geol. Univ. of Calif., I, 115, 1893. – W. Lindgren. *Two Neocene Rivers of California.* Bull. Geol. Soc. of Am., IV., 1893, p. 257. — *Geological Atlas of the U. S. Geol. Survey.* Sacramento and Placerville Folios 1894. — W. Lindgren and F. H. Knowlton. *Age of the Auriferous Gravels of the Sierra Nevada.* Journ. Geol., IV., 1896, p. 881. — J. F. Kemp. *Ore Deposits.* 1900. p. 353 bis 362. Mit weiteren Litteraturangaben.

satz zu dem der älteren Seifen häufig sehr unregelmässige Vertheilung. Es ist begleitet von Magnetit, seltener von Zirkon, Granat, sowie wenig Platin und Osmiridium. Diese Seifen, die auf die Sohlen der heutigen Thalzüge beschränkt sind und grösstentheils fluviatilen, zum Theil aber auch litoralen Ursprung haben, wurden bereits seit 1849 abgebaut. Anfangs sehr reich, waren sie schon um 1860 in der Hauptsache erschöpft. Der Abbau hatte in einem ganz regellosen Aufwühlen und Wiederaufwühlen mit primitiven Wäscheverfahren bestanden.

β) Die spättertiären Goldseifen.

Diese unterscheiden sich lediglich durch ihre Lage auf den mittleren Thalterrassen von den oben erwähnten. Sie befinden sich in einer solchen Höhe über den heutigen Wasserläufen, dass eine hydraulische Bearbeitung derselben möglich war. Durch die Schotter- und Sandmassen, die hierbei hinweg gespült wurden, sind weite Strecken fruchtbaren Thalbodens verwüstet worden.

Diese beiden Arten von Goldseifen sind auch in anderen Theilen der Vereinigten Staaten verbreitet, so nach Kemp bei Santa Fé in Neu-Mexico, im California Gulch bei Leadville, bei Fairplay und im San Miguel County in Colorado, im Sweetwater District von Wyoming, bei Butte, Last Chance und in den Prickly Pear Gulches bei Helena in Montana, in den Black Hills in Dacotah, am Snake River u. a. O. im südlichen Idaho, an mehreren Stellen in Washington und Oregon.

γ) Die tertiären Goldseifen.

Die tertiären Goldseifen stellen durch günstige Umstände, besonders durch Lavaströme vor der Zerstörung und Abtragung bewahrte Reste alter Flussläufe dar, die zum Theil auch in litorale Terrassen übergehen und verschiedenen Abschnitten der Tertiärzeit ihre Entstehung verdanken. Besonders durch die neuen Spezialaufnahmen der Geological Survey ist man jetzt ziemlich gut über die Richtung dieser alten Thalzüge unterrichtet, die zum Theil denen von heute parallel laufen, stellenweise aber auch von diesen rechtwinklig geschnitten werden. Diese Gebilde ziehen sich in einer 250 Meilen langen Zone längs der Gehänge der Sierra hin und steigen hinauf bis zu 2100 m Meereshöhe. Ihre Mächtigkeit ist zum Theil eine bedeutende, wie am Columbia-Berg, wo sie 180 m erreicht, meist viel geringer. Sie bedecken Areale von 45 bis 300 m Breite. Das Grundgebirge, dem sie aufgelagert sind, zeigt gewöhnlich deutlich die Form einer Rinne mit ein oder mehreren be-

sonders vertieften Kanälen, wie aus dem Profil in Fig. 255 hervorgeht. Die Flanken dieser alten Thalrinnen im Felsuntergrund heissen „rims“, dieser letztere selbst wird „bed rock“ genannt. Im aufgerichteten Schiefergebirge haben sich die Kanäle gewöhnlich an besonders weiche Schichten gehalten.

Das Material, das in den alten Flussbetten abgelagert ist, besteht aus Schotter, Grand, Sand, Thon, (pipeclay), vulkanischem Tuff und festen Lavadecken basaltischer, rhyolithischer oder andesitischer Zusammensetzung. Die Gerölle der gröberen Schichten bestehen vorzugsweise aus Quarz, zum Theil auch aus metamorphen Schiefergesteinen, bei gewissen jüngertertiären Vorkommen auch aus vulkanischen Gesteinen. Häufig sind die Gerölle durch ein kieseliges Cement verkittet. Auch das sehr gewöhnliche Auftreten verkieselter Hölzer zeugt für die Circulation von Kieselsäure. Die Kiese und Grande haben mehrfach Knochen

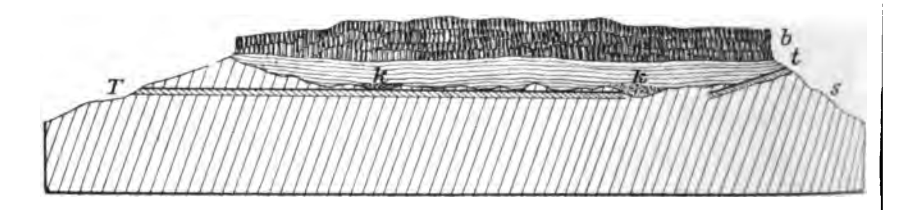


Fig. 255. *Profil durch den Table-Mountain in Californien* nach Whitney.

s Aelteres Schiefergebirge, *k* Kanäle (channels), d. s. mit goldreichem Grand gefüllte Rinnen auf d. Schiefer, *t* Pfeifenthone und Sande, *b* Basalt, *T* Tunnels (Buckeye-Tunnel).

und Zähne ausgestorbener tertiärer Wirbelthiere geliefert, die Thone Blattabdrücke spättertiären Alters.

Vielfach findet man Angaben, dass in den goldführenden Ablagerungen noch unter den Basaltdecken rohe Waffen und Werkzeuge des prähistorischen Menschen gefunden worden seien, so unter dem Table Mountain im Tuolomne County Speerspitzen und Reibsteine.

Die zuweilen den fluviatilen Schichten zwischengeschalteten vulkanischen Tuffe denkt man sich als Schlammströme, die nach grossen Aschereruptionen im Gebirge die alten Thäler herabgeflossen seien.

Diese alten Flussläufe sind vielfach von späteren Dislocationen betroffen worden. Nicht nur hat sich das Gebirge gegenüber den Küstenstrecken in seiner Gesammtheit seit der Bildung dieser Goldseifen höher erhoben, wie Le Conte und Andere gezeigt haben, sondern die Seifen sind auch von Verwerfungsklüften durchsetzt worden. Figur 251 auf S. 645 veranschaulicht einen solchen Fall. Zuweilen haben sogar

Eruptivgänge auf Verwerfungsspalten die goldführenden Kiesschichten durchsetzt. Auch Stauchungen der fluviatilen Schichten will man beobachtet haben.

Das Gold kommt in den hochgelegenen Seifen gewöhnlich in sehr feiner Vertheilung vor und fast immer besonders in den basalen Schichten. Am reichsten pflegen daran die erwähnten Kanäle im festen Grundgebirge zu sein, die man vermittelst Stollenbetriebes ausräumt. Ueber das Vorkommen von goldhaltigem Pyrit in diesen basalen oft blaugrau gefärbten Kiesen („blue gravel") wird weiter unten gesprochen werden.

Eine genauere stratigraphische Untersuchung, wie sie neuerdings durchgeführt worden ist, hat gezeigt, dass die hochgelegenen tertiären Seifen sich in folgende Altersstufen trennen lassen:

Aus dem Eocän sind einige wenige noch zweifelhafte Vorkommen bekannt. Die Hauptmasse gehört ins Miocän, ein kleinerer Theil, nämlich die Seifen, welche andesitische Tuffe und Laven enthalten, wird zum Pliocän gezogen. In den Amador und Calaveras Counties gehen diese fluviatilen Pliocänschichten in marine Seifen über. Diese stellen Ablagerungen in dem grossen Meeresbusen dar, der damals das Hauptthal des Landes einnahm. Diese marinen Seifen gehen bis zu 200 m über dem heutigen Meeresspiegel hinauf.

Noch zweifelhaft ist die stratigraphische Stellung der unmittelbar unter den Basaltströmen gelagerten Seifenschichten, die prähistorische Reste lieferten. Wahrscheinlich gehören sie bereits in die Quartärzeit.

II. Die Goldseifen im Yukongebiet und anderwärts in Alaska[1]).

Die Entdeckung der reichen Goldseifen im Yukongebiet und besonders am Klondike, einem Nebenfluss des Yukon, hat in den letzten Jahren aussergewöhnliches Aufsehen erregt, sodass eine kurze Skizze dieser Vorkommnisse hier am Platze ist.

---

[1]) Wichtigste Litteratur: G. M. Dawson. *Report on the Yukon District in 1887.* Geol. Surv. of Canada, 1887—88, Vol. III. B. — J. E. Spurr. *Geology of the Yukon Gold District, Alaska.* 18. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey, Part. III., 1898. — *Map of Alaska with descriptive text containing sketches of the Geography. Geology and Gold Deposits.* U. S. Geol. Survey. 1898. Mit älterer Litteratur. — O. Nordenskjöld. *En Expedition till Klondike och Yukonterritoriet.* Ymer 1899. H. 1. — J. B. Tyrrell. *Glacial Phenomena in the Canadian Yukon District.* Bull. Geol. Soc. Amer., X., 193, 1899. — F. Andersson. *Das Klondike-Goldfeld etc.* Essener Glückauf, 37. Jahrg., 1901, No. 6 u. 7.

Der Yukon, der grösste Strom Alaskas, entspringt in mehreren Quellflüssen auf canadischem Gebiete in der Höhe des 60. Breitengrades, hält bis zum Polarkreis nordwestlichen Verlauf ein, um sich hier nach SW. herum zu wenden und im Norton Sund das Beringsmeer zu erreichen. Die reichsten Seifen liegen auf canadischer Seite in dem 21 km breiten und 43 km langen Gebiet zwischen dem Klondike und dem Jndianfluss, die beide von Osten her dem oberen Yukon zuströmen.

Auf Vereinigtem Staatengebiet liegen dann weiter abwärts und westlich die ebenfalls reichen Vorkommnisse in den Seitenthälern des Forty Miles District und des Birch Creek.

In diesen Gegenden wird das Grundgebirge aus krystallinen Schiefern, Glimmerschiefern, Hornblendeschiefern und krystallinen Kalken, vorzüglich aber von wohl palaeozoischen Schiefern, Quarzitschiefern und Diabastuffen gebildet. Alle diese Schiefer werden von Graniten durchbrochen und sind von Pegmatitgängen und Gängen der kiesigen Goldquarzformation durchschnitten.

Die goldführenden Kiese und Grande ruhen in der Regel direct auf dem Schiefer des Grundgebirges, nur zuweilen bildet eine Thonschicht auf jenem das Liegende. Gewöhnlich ist der Schiefer des Seifenbettes stark zersetzt und hat in seinen Rissen und Spältchen Gold aufgefangen. Die bauwürdige Lage der Seifen beschränkt sich meist auf 0,6 m, selten bis 3 m über dem Grundgebirge, der nicht bauwürdige Abraum beträgt 2,5—3 m, selten bis 7,5 m. Die Kiese bestehen aus grossen flachen Schieferfragmenten und Quarzgeröllen von geringer Abrollung, die mit Sand vermischt sind. Das Gold kommt zum Theil in ziemlich groben Partikeln vor und zuweilen noch verwachsen mit Gangquarz. Von anderen Schwermineralien begleiten es Bleiglanz, Magnetit, Brauneisenerz, Hornblende und Granat.

Im oben erwähnten Gebiet zwischen dem Klondike und Indianfluss, das am berühmtesten geworden ist, herrscht als Grundgebirge ein Glimmerschiefer, dessen Quarzschmitzen in einzelnen Fällen goldhaltig gefunden wurden. Die goldführenden Ablagerungen zerfallen hier in Thal-, untere Terrassen- und obere Terrassenschotter. Der letztgenannte besteht wiederum aus einer braungefärbten goldfreien oberen Schicht und einer weisslichen quarz- und goldreichen unteren Schicht. Diese, dort als „white gravel channel“ bekannt, ist die älteste Seifenbildung der Gegend. Sie wird zu 75—80% aus Quarz- und Glimmerschiefergeröllen gebildet, die in Quarzsand mit Glimmerschuppen eingebettet sind.

Von den Thalseifen wird am meisten genannt die im Eldorado-Thal, dessen 39 unterste claims ausserordentlich reich an grobkörnigem Gold waren. Dieses Gold hatte eine sehr geringe Feinheit (nur 750). Das untere Bonanzathal dagegen führt Blättchengold von grösserer Feinheit.

Von den oberen Terrassenschottern lieferten das meiste Gold die am Gold Hill an der Vereinigung der beiden eben genannten Thäler. Das Gold nimmt hier von der Terrassenkante ab nach innen zu an Menge zu. Der „white gravel channel" ist hier bis 25 m mächtig. Das Gold kommt in abgerundeten Blättchen und Klumpen vor. An der oberen Terrasse vom French Hill dagegen, an der Mündung des Frenchthales ins Eldoradothal, finden sich scharfkantige Klumpen, die oft mit Krystallen besetzt sind.

Da die Seifenschichten in diesen arktischen Ländern grösstentheils Jahr aus Jahr ein im gefrorenen Zustand sich befinden, müssen sie bei den Aufschlussarbeiten erst aufgethaut werden, und der eigentliche Wäschebetrieb ist auf die kurze Sommerzeit beschränkt.

Das erste Gold im Yukonflussgebiet wurde 1871 weit ab von Klondike in Britisch-Columbien am Dease Lake, nahe an der Quelle des Stikine-Flusses entdeckt, wo bis 1887 lebhafter Seifenbetrieb umging. Später wurden die Seifen am Birch Creek und im Forty Miles District fündig, und erst im Herbste 1896 diejenigen im eigentlichen Klondike-Gebiet. Der Werth der Goldproduction des Yukondistrictes belief sich im Jahre 1900 auf gegen 18 Millionen Dollar. Der gesammte von der Natur dort niedergelegte gewinnbare Vorrath von Seifengold wurde von Mc. Connel auf 95 Millionen Dollar geschätzt.

III. Die Goldseifen im Cap Nome-Gebiet[1]).

Neuerdings haben endlich auch die erst im Herbst 1898 entdeckten und seit dem Sommer 1899 ausgebeuteten Goldlagerstätten im Gebiete

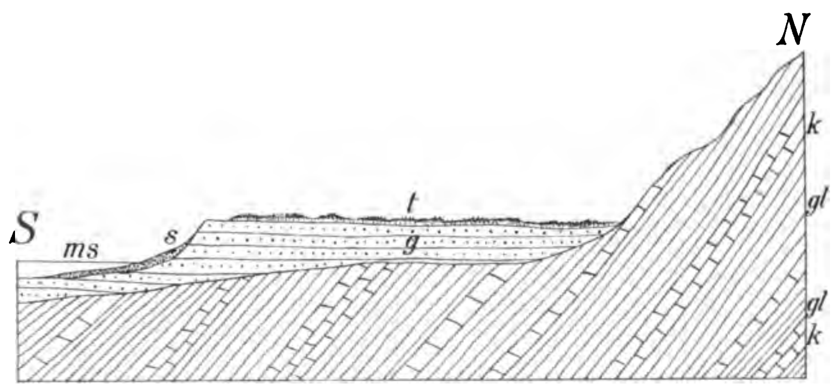


Fig. 256. ***Profil durch die Goldseifen am Strande des Nome-Gebietes.***

gl Glimmerschiefer und Gneiss, ***k*** Kalkstein, ***t*** Torf und Moor der Tundra, ***g*** ältere Grande. Sande und Thone, ***s*** Gold führende Sande und Grande, ***ms*** Meeresspiegel.

von Cap Nome am Norton Sund im Territorium Alaska von sich reden gemacht. Sie liegen unter 64,4° nördlicher Breite in sehr unwirth-

[1]) Weber. *Die Goldlagerstätten des Cape Nome-Gebietes.* Z. f. pr. G. 1900, S. 133—136.

licher Gegend am Gestade des Beringsmeeres und in den Thälern der hier mündenden Flüsschen Snake und Nome River. Am Meeresstrande bestehen sie aus einer bis etwa 10 cm mächtigen röthlich gefärbten Gold führenden Sandschicht, die nur dünn von Kies bedeckt, in etwa 22 m Breite weithin längs des Strandes hinzieht, in den Thälern dagegen aus Gold führenden Sanden, die unter der Moordecke der Tundra liegen und nur durch eine goldarme thonige Lage von dem anstehenden Gestein getrennt sind. Die Thalseifen enthalten viel Granat und Magnetit, local etwas Platin und Zinnober.

Von den Strandseifen geben wir das charakteristische Profil Fig. 25[?] nach F. Schrader und A. Brooks[1]). Im Sommer 1899 wuschen drei Mann am Strande vom 19.—25. August für ca. 470 Dollar Gold per Mann und Woche. Schnell wuchs eine neue Stadt Nome City empor, da schon am Ende des Sommers 1899 gegen 5000 Goldsucher zusammengeströmt waren.

Inzwischen sind auch an der Cap Nome gegenüber liegenden Küste Ostsibiriens reiche Goldseifen entdeckt worden.

2. Südamerikanische Goldseifengebiete.

Unter den südamerikanischen Goldseifengebieten beanspruchen diejenigen in Surinam (holländisch Guyana), in Britisch Guyana und in Venezuela das meiste Interesse.

Der Boden des urwaldbedeckten Surinam[2]) wird bis auf eine schmale Zone jüngerer Sedimente längs der Küste von krystallinen Massen- und Schiefergesteinen gebildet, besonders von Graniten, Gneissen, Glimmerschiefern, Amphiboliten und Quarziten, denen Gabbros, Diabase und Diorite eingeschaltet sind. Mehrere der nordwärts strömenden Flüsse sind von Goldseifen begleitet, am meisten der Suriname Fluss. Nach G. Du Bois hat nur etwa der zehnte Theil dieser Seifen das Edelmetall aus zerstörten Golderzgängen erhalten, wie z. B. die de Jong-Seife und der Guyana Goud Placer, die meisten vielmehr aus goldhaltigen Diabasen. Es zeigt dies bereits die enge räumliche

[1]) *Preliminary Report on the Cape Nome Gold Region Alaska.* U. S. Geol. Surv. 1900. Washington.

[2]) G. C. Du Bois. *Geol.-bergm. Skizzen aus Surinam.* Freiberg 1901. — Derselbe. *Beitr. z. K. der Surinamischen Laterit- und Schutzrindenbildungen.* Tschermaks Min. u. petr. Mitth., Bd. XXII., 1903. — W. C. H. Staring. *Iets over de geol. Gesteldheid van Suriname.* Alg. Konst en Letter-Bode. 1884. — K. Martin. *Bericht über eine Reise nach Niederl. Westindien.* Leiden 1888.

Beziehung zwischen Seifen und Diabasen. Vielfach werden übrigens bereits die eluvialen, gewöhnlich lateritischen Verwitterungsmassen dieser Gesteine lohnend auf Gold verarbeitet. Je höher die Betriebe an den Gehängen der Diabasberge hinauf gehen, desto geringer pflegt der Goldgehalt solcher Schuttmassen gefunden zu werden.

Die Concentration des Goldes bei der Lateritbildung zeigt Du Bois durch folgende Angaben: auf Placer Victoria ergab wenig zersetzter Diabas 0,2—0,6 g Gold pro t, der in situ befindliche Laterit dagegen 3—10 g pro t. Die grösste Anreicherung in der eluvialen Lateritseife trifft man etwas oberhalb des Contactes des Laterithaufwerks mit dem darunter als Bedrock anstehenden Tiefenlaterit.

Das Gold in den Seifen hat gewöhnlich nur die Form sehr feiner Stäubchen und Körnchen. Selten kommen grössere Klumpen vor, wie der 1896 auf dem de Freitas Placer gefundene von 5,876 kg Gewicht. In der Victoria Seife und an einigen anderen Punkten findet sich das sog. Schwarzgold, das sind Klumpen mit einer schwarzglänzenden Eisenoxydkruste.

Die Entdeckung der Goldseifen fand 1874 statt. Die Jahresproduction an Gold von ganz Surinam erreichte 1891 mit 1236,919 kg ihren höchsten Stand. 1899 betrug sie 872,249 kg.

In Britisch Guyana ist die wichtigste Goldseife die von Omai, am linken Ufer des Essequibostromes, 120 Meilen von Georgetown. Das darin enthaltene Gold kommt nach E. E. Lungwitz[1]) in Partikeln von feinstem Staub bis zu Stücken von 1057 g im Gewicht vor und ist begleitet von viel goldreichem Quarz. Das Gold stammt nach demselben Autor zum Theil aus einem mächtigen Gang von schwach goldhaltigem Aplit (feinkörnigem Ganggranit), worin es mit kupferhaltigem Eisenkies verbunden ist, zum anderen Theil aus zerstörten Conglomeraten und Sandsteinen. Ueber die Art und Weise, in der sich Lungwitz den Transport dieses Seifengoldes denkt, siehe weiter unten.

In Venezuela waren die im Jahre 1849 entdeckten Goldseifen am Yuruari-Fluss im Hochlande von Upata, südlich vom Orinoko, der Anlass zur späteren Aufschliessung der berühmten primären Lagerstätten bei Callao (siehe S. 304).

Ganz besonders gründlich sind wir auch über die wissenschaftlich sehr interessanten secundären, wie auch primären Goldlagerstätten

---

[1]) E. E. Lungwitz. *Ueber die regionalen Veränderungen der Goldlagerstätten.* Diss. Rostock. Leipzig 1899. — Derselbe. *Die Goldseifen von Britisch-Guiana.* Z. f. pr. G. 1900, S. 213—218. — J. B. Harrison and H. J. Perkins. *Rep. on the North Western Distr. of Brit. Guiana.* Georgetown 1897—98.

Französisch Guyanas unterrichtet, worüber eingehende Arbeiten von E. D. Levat[1]) vorliegen.

Hiernach trifft man die Golderzlagerstätten dieses Landes vorzüglich in den Contactregionen zwischen dem Gneiss und den krystallinen Schiefern und den intrusiven Granitmassen, und zwar wiederum in dieser Zone besonders dort, wo in dem Schiefergebirge Massen von Diorit und Diabas sich finden. Diese Gesteine herrschen zum Beispiel im Grundgebirge bei den Seifen St. Elie, Dieu Merci, Elisée, Pas-trop-tôt und Awa. Gewöhnlich hat man zugleich in mehreren benachbarten Thälern, die von einer solchen Diorit- oder Diabasmasse ausstrahlen, Gold nachzuweisen vermocht.

Diese Gesteine besitzen einen primären Goldgehalt, immer in Verbindung mit einem Silbergehalt. Das Gold sitzt darin theils als Freigold, und zwar selbst in tadellos frischen, gänzlich unzersetzten Proben, theils gebunden an Pyrit, der zuweilen bis zu 5% der ganzen Masse ausmachen kann.

	Es enthielten nach Levat		
	in Procent	in Gramm pro 1000 kg	
	FeS_2	Gold	Silber
Diorit vom Roche Creek	5,2	2,0	6,0
Diorit vom Pichevin Creek	4,1	1,5	2,0
Diorit von Maripa mit sichtbarem Freigold	0,5	24,0	4,0
Amphibolit („Grison") vom Telegraphen-Berg in Cayenne	1,4	0,24	0,02

Man vergleiche damit das auf S. 19 über den primären Goldgehalt von Diabasen und Dioriten Gesagte.

Diese „Grünsteine" bilden nun zunächst die Quelle für den Goldgehalt gewisser eluvialer Seifen, die dort als „roches à ravets", „Kakerlakenstein", wohl nach Analogie unseres „Kramenzelkalks" wegen der porösen und cavernösen Beschaffenheit so genannt, bekannt sind. Es sind die lateritischen Brauneisensteine, die sehr grosse Aehnlichkeit mit Raseneisenerz haben und als Verwitterungsproduct der Grünsteine nicht etwa horizontale Schichten in den Thälern bilden, sondern als eine allgemeine Hülle Berg und Thal überziehen.

[1]) E. D. Levat. *The Gold Fields of French Guiana.* In „The Mineral Industry" edited by R. P. Rothwell. Vol. VII. New York and London 1899. — Derselbe: *Guide Pratique pour la Recherche etc. de l'Or en Guyane Française.* Paris 1898. — Derselbe: *La Guyane Française en 1902.* Paris 1902.

Die folgenden von Levat veröffentlichten Analysen bestätigen diesen Charakter und diese Herkunft der Kakerlakensteine von Dioriten oder Diabasen:

	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	CaO	P_2O_5	MgO	H_2O
1. Probe I. von Maripa . . .	54,70	12,10	8,55	5,50	0,67	6,10	7,80
2. Probe II. von Maripa . . .	59,40	14,80	9,50	6,80	0,02	5,40	9,10
3. Probe vom Roche Creek zu Awa	60,35	14,10	7,40	—	—	—	14,10
4. Probe vom Pichevin Creek zu Awa	59,40	14,50	6,50	4,80	1,02	3,10	10,10
5. Probe von Central Settlement zu Awa	58,25	13,15	8,10	—	—	—	—

Diese roches à ravets enthalten Freigold, und zwar gerade wie bei dem primären Gold im Diorit und Diabas immer in Verbindung mit einem Silbergehalt. Der Gehalt schwankt für Gold zwischen 0—18,5, ja ausnahmsweise bis 73 g pro t, für Silber zwischen 16—20 g pro t. Die Feinheit des Goldes beträgt dementsprechend nur 700—850 Tausendtheile.

Ausser diesen eluvialen Massen kennt man dort echt fluviatile Goldseifen, deren taubes Material wesentlich aus Quarz besteht und die auf thonig zersetztem Grundgebirge aufruhen. Unmittelbar auf dem Thon trifft man ihre goldreichste Lage von 5—10 cm Dicke. Solche Seifen liegen z. B. am Appronague, am Sinnamary- und Mana-Fluss. Ihr Goldgehalt dürfte von Goldquarzgängen mit Pyrit und etwas Arsenkies herrühren, die als Lagergänge die krystallinen Schiefer mehrorts durchsetzen und dort, wo sie quer durch die Flussthäler streichen, die Veranlassung zur Herausbildung von Wasserfällen sind. Unter diesen Gängen haben sich einige, wie der von Adieu Vat, als bauwürdig erwiesen.

Ueber die Goldseifen bei Punta Arenas und im nördlichen Feuerland berichtete R. Pöhlmann[1]). Als ihr Muttergestein bezeichnet er Glimmerschiefer mit goldführenden Quarzlinsen. Das Material ist von Gletschern transportirt und von Flüssen weiter verbreitet worden.

3. Die Goldseifen im Ural.

Der mittlere und der südliche Abschnitt des Uralgebirges, besonders in der Gegend von Bogoslowsk, Nischne Tagilsk, Berjósowsk, Miask und Orenburg, ist reich an Goldseifen[2]), über deren allgemeine

[1]) R. Pöhlmann. *Die Goldseifen bei Punta Arenas und im nördl. Feuerland.* Verh. d. Deutsch. wissensch. Ver. in Santiago (Chile), Bd. IV., S. 307—318.

[2]) M. Karpinsky. *Sur les sables aurifères* (russe). 1840. — R. Helmhacker. *Der Goldbergbau der Umgebung von Berezovsk.* B.- u. H.-Z. 1892, S. 45. — F. Pošepny. *Die Golddistricte von Berezov und Mias am Ural.* Archiv f. prakt. Geol. zu Freiberg. II. Bd., 1895, S. 499—598.

geologischen Verhältnisse A. Karpinsky[1]) auf Grund der officiellen Aufnahmen folgende Mittheilungen gemacht hat:

Die uralischen Goldseifen bilden geschichtete Ablagerungen, deren Mächtigkeit bis zu 4 m ansteigen kann, jedoch gewöhnlich nur 0,5 bis 1 m beträgt. Sie erstrecken sich zumeist nur auf eine Länge von 20—40 m, zuweilen aber auch bis zu 200—500 m. Nur ganz ausnahmsweise trifft man solche von 4,5—12 km Länge, wie bei den Seifen von Peschtschanka im District von Bogolowsk. Ihre Breite ist zuweilen eine geringe, 2—4 m, in der Regel grösser, 20—40 m, ausnahmsweise sogar 100 m und darüber. Bisweilen lagern die goldhaltigen Sedimente unmittelbar unter dem Rasen, meist jedoch unter einem 0,5—4 m, ja bis 20 m mächtigen Abraum von sterilen Granden, Sanden und Lehmen. Der Abraum wird dort „turfa" genannt, weil bei den zuerst in Arbeit genommenen Seifen thatsächlich Torf oben auflag, und diese deutsche Bezeichnung auch für anders geartete Abraummassen übernommen wurde. Die goldführenden Sande und Gerölle lagern fast immer direct auf dem Grundgebirge („plotik"), nur selten werden sie von diesem durch eine taube alluviale Kies- oder Sandbank getrennt.

Die meisten Seifen liegen am Ostabhange des Gebirges in den breiten Thalauen des Mittellaufes der heutigen Flüsse, und zwar gewöhnlich in einem Niveau unter dem Wasserspiegel der letzteren. Wie die in den Gold führenden Schichten gefundenen Reste von Elephas primigenius, Rhinozeros tichorhinus und anderen diluvialen Thieren beweisen, gehören die Ablagerungen der Quartärzeit an und rühren aus einer Periode lebhafter Thalzuschüttung her, der auch die vielen, manchmal ebenfalls mit goldhaltigem Detritus angefüllten Seen und Sümpfe dieses Gebirgstheiles ihre Entstehung verdanken. So kennt man zum Beispiel goldhaltige Sedimente im Ilmensee.

Das Gold der Seifen kommt in Gestalt winziger Körnchen und Blättchen, nur sehr selten in grösseren Klumpen vor. Der grösste der letzteren, der bekannt geworden ist, wurde mit einem Gewicht von ungefähr 36 kg in den Zarewo-Alexandrowsky-Seifen im District von Miask gefunden. Die Vertheilung des Goldes ist eine häufig wechselnde. Doch gelten im allgemeinen dafür die S. 641 angeführten Regeln. Der Goldgehalt der uralischen Seifen schwankt gewöhnlich zwischen 0,57 bis 2,6 g pro t. Unter 0,57 g Gehalt lohnt das Waschen nicht mehr. Doch geht man, wenn Wasser hinreichend vorhanden ist, und die Ver-

[1]) A. Karpinsky. *Versant oriental de l'Oural.* Guide des Excursions du VII. Congrès Géologique Internat. 1897. V. Nebst weiteren Litteraturangaben.

hältnisse sonst günstig liegen, bis nahe an diese untere Grenze heran, wie zum Beispiel bei Bogoslowsk, wo noch ein ungefähr 2 m mächtiges Seifenlager von nur 0,6 g durchschnittlichem Gehalt unter einer sterilen Deckschicht von 2,5 m Mächtigkeit ausgebeutet worden ist. Ausnahmsweise stiess man auch auf viel reichere Nester in den Seifenlagen, sogar bis zu einem Gehalt von 16 kg Gold pro t.

Das Gold wird in den Seifen begleitet von Magnetit, seltener von Eisenglanz, Titaneisenerz, Chromeisenerz, Platin, Zinnober, Granat, Zirkon, Disthen und Diamant.

Die meisten Seifen liegen im Gebiete des krystallinen Schiefergebirges, von dessen Schichten, wie auf S. 641 ausgeführt worden ist, besonders Kalksteineinlagerungen auf der Sohle der Seifenlager als Goldfänger wirken.

Ueber die ursprünglichen Goldlagerstätten des Urals, deren Zerstörungsproducte die Seifen sind, vergleiche man das S. 307, 309 und 315 Gesagte.

Während das Gold auf Gängen im Ural bereits im Jahre 1745 entdeckt worden sein soll, wurde man erst 1814, und zwar zunächst bei Berjósowsk, auf den Goldgehalt der Seifen aufmerksam. Uebrigens scheinen schon die prähistorischen Tschuden Gold in diesem Gebirge gewaschen zu haben, denn in Tschudengräbern fanden sich nach F. Pošepny Armbänder aus Gold von der gleichen Legirung, wie das dortige Waschgold.

Im Jahre 1899 wurden im Ural 10448 kg Gold geliefert und zwar im Gouvernement Perm 6015,34 kg, Orenburg 4420,7 kg und Ufa 12,3 kg

4. Die Goldseifen Sibiriens[1]).

Sowohl West- wie Ostsibirien ist reich an Goldseifen. In Westsibirien, im Bereich der Bergwerksverwaltung zu Tomsk, trifft man Seifen in der östlich vom Ural sich ausdehnenden Steppenlandschaft im Kreise Tobolsk-Akmolinsk und im Altaigebiet im Kreise Ssemipalatinsk-Ssemirjetschensk. Sie sind im allgemeinen arm. In den nach der chinesischen Grenze zu gelegenen Gegenden beutet man Seifenlager aus mit 0,16—0,21, seltener mit 0,32—0,40 g Gold pro t Sand. An einzelnen Stellen ermöglichen der Wasserreichthum der Gegend und die grosse, bis zu 10 m ansteigende Mächtigkeit der Gold führenden Schichten, dass selbst noch Seifen mit nur 0,108 g pro t Sand abgebaut

---

[1]) M. W. Gribassowy. *Der Goldbergbau in Sibirien.* Berlin 1896, dem wir bei der obigen Darstellung gefolgt sind. — E. Levat. *L'or en Sibérie orientale.* 2 t. Paris 1898. — René de Batz. *The Auriferous Deposits of Sibiria with Mining Map of Siberia.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., 28. Bd., 1899, p. 452.

werden können. Das Grundgebirge des Altaigebietes wird vorzüglich von Sandsteinen und Thonschiefern mit metamorphen granitischen und dioritischen Massen gebildet. Auch weiter nördlich im Waldgebiete des Tomsker Bergwerks-Rayons, in den Bezirken Mariinsk, Bijsk und Kusnezk herrscht lebhafter Seifenbetrieb. Auch hat man hier bereits die ursprünglichen Lagerstätten in Gestalt von Gängen aufgeschlossen, so bei Dimitriewsk, Woskressensk, Proroko-Ilinsk u. a. O.

Dem mittleren Sibirien gehören die früher sehr reichen, jetzt zum grössten Theile ausgebeuteten Seifen im Flussgebiet des Jenissei an, in den Bergwerksbezirken Jenissei-Nord und Jenissei-Süd, mit Krassnojarsk und Kainsk. Die Mächtigkeit der Gold führenden Schichten beträgt hier zwischen 1,4 und 2,8 m. Ausnahmsweise nur stieg sie bis zu 2,8 m. Die Mächtigkeit des Abraumes schwankt zwischen 0,7—10,65 m. Seit 1882 hat man auch Goldbergbau auf Gängen hier begonnen.

Die unter der Bergwerksverwaltung zu Irkutsk stehenden, über einen sehr weiten Erdraum vertheilten Seifen von Ostsibirien sind im allgemeinen reicher als die westsibirischen. Folgende Gebiete kommen hauptsächlich in Betracht: das Flussgebiet der Lena, der District von Nertschinsk in Transbaikalien, an den Quellflüssen des Amur, Schilka und Argun und das eigentliche Amurbecken nebst dem Küstengebiet südlich von der Mündung dieses Stromes.

Das Lenagebiet enthält goldreiche Flussthäler an der nordwestlichen Abdachung des Jablonoigebirges. Besonders ertragsreich sind die Seifen an den Flüssen Olekma und Wittim und den zugehörigen Seitenthälern. Im Kreise Olekma beträgt der mittlere Goldgehalt der bauwürdigen Sande 2,7—4,3 g, im Kreise Wittim 7,8—12,2 g, ja ausnahmsweise bis 14,3 g pro t. Das Gold ist ziemlich grobkörnig. Zuweilen findet es sich sogar in kleinen Klumpen. Es kommen hier bisweilen 2, ja 3 goldführende Horizonte übereinander vor. Wie im Klondykegebiet ist auch hier vielfach der ganze auszuschachtende Boden ewig gefroren.

In Transbaikalien liegen die Hauptseifengebiete in der Gegend von Tschita, Akscha und Nertschinsk, sowie von Bargusinsk und Ober-Udinsk im westlichen Theile dieses Landes.

Die Goldseifen des Amurgebietes bilden vier Gruppen an den linken Nebenflüssen des Stromes: 1. zwischen Amur und Seja oberhalb von Blagowjäschtschensk; 2. an den Zuflüssen des Giljui und der Brjanta; 3. an der Sselenga; 4. am Oberlauf des Imanaflusses. Es werden hier auch gangförmige Vorkommnisse ausgebeutet.

Im Küstengebiet finden sich die reichsten Seifen im Flussthale der Amguna, die sich in den Amur ergiesst. Ausser den fluviatilen Seifen dieser Landschaften sind noch die marinen Goldsande auf der Insel Askold bei Wladiwostock zu erwähnen, die ebenfalls gewonnen, und zwar zum Theil vom Meeresgrunde heraufgeholt werden.

Die Goldgewinnung in Sibirien datirt erst aus dem 19. Jahrhundert. 1831 begann der Goldbergbau im Altai, 1832 im Kreise Nertschinsk, 1836 an der Brijussa im Jenisseigebiet, 1849 an der Lena, 1866 im Küstengebiet, 1868 im eigentlichen Amurbecken.

Nach M. W. Gribassowy erzeugten im Jahre 1893 Westsibirien 2915,64 kg, Ostsibirien 29827,98 kg Gold, im gleichen Jahre das gesammte Russland 44733,78 kg.

5. Goldseifen in Indien.

Ein zweites Ländergebiet innerhalb Asiens mit Goldseifen ist Indien nebst den Himalayastaaten. Nach den übersichtlichen Zusammenstellungen von Phillips-Louis[1]) liegen in Vorder-Indien die Seifengebiete sämmtlich innerhalb metamorpher Schieferzonen, in Ladak dagegen beziehen die Flüsse das edle Metall aus Quarzgängen, die carbonische Schichten durchsetzen, in Kandahar sind cretaceische Gesteine sein Ursitz, längs des Himalaya endlich von Afghanistan bis zu den Grenzen von Assam und Birma, sowie auch in der Saltrange, stammt das Alluvialgold aus tertiären Sedimenten, in die hinein es wiederum aus zerstörtem metamorphen Schiefergebirge gelangt ist.

Von wichtigeren Vorkommnissen seien angeführt diejenigen im Wynaad, einem Bergland zwischen der Küste von Malabar und dem Neilgeri-Hochland in Süd-Indien. Hier stammt das Alluvialgold aus pyritischen Quarzgängen, die Granit, Gneiss und verschiedenartige krystalline Schiefer durchsetzen und ebenfalls in Abbau genommen worden waren.

Ferner hatten früher Bedeutung die Goldseifen in der Provinz Mysore, die jetzt aber gleichfalls verlassen zu sein scheinen. Nur der Gangbergbau ist hier noch in Blüthe, besonders in dem Kolar-Goldfeld östlich von Bangalore, wo ebenfalls pyritische Goldquarzgänge innerhalb von Gneiss und Hornblendegneiss aufsetzen.

Gold wird auch gewaschen im südlichen Theile der Provinz Chota Nagpur, wo die Rhizoden in der „Darutar Serie" genannten krystallinen Schieferformation sich befinden.

---

[1]) J. A. Phillips and H. Louis. *A Treatise on Ore Deposits.* London 1896. p. 560—576. Mit vielen Litteraturangaben.

Auch der Jrawaddi und manche seiner Nebenflüsse in Britisch Birma haben Gold geliefert.

6. Australische Goldseifen.

Wohl in sämmtlichen australischen Colonien sind Goldseifen bekannt, die zum Theil reiche Erträge geliefert haben oder noch liefern.

Victoria besitzt ausser alluvialen Seifenlagern solche von miocänem, pliocänem und quartärem Alter, die zum Theil unter Basaltströmen begraben liegen, ähnlich wie in Californien. Von allen diesen haben die ihrer Mächtigkeit nach an sich unbedeutenden alluvialen Seifen, so die in den Goldfeldern von Ballarat, Beechworth, Sandhurst, Maryborough, Castlemain, Ararat und Gippsland, in der ersten Zeit nach ihrem Fündigwerden einen erstaunlichen Reichthum gezeigt und auch viele grössere Goldklumpen geliefert[1]).

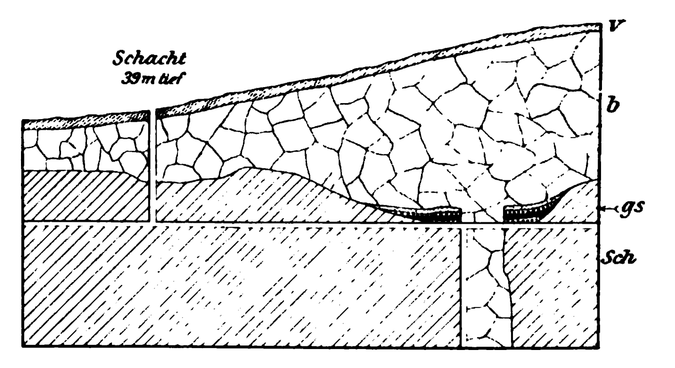


Fig. 257. *Profil durch den Wombat-Hügel bei Daylesford* nach H. Louis.

sch Schiefer, *gs* Gold führende Sande und Grande, *b* Basalt, *v* Verwitterungsschicht.

Von den tertiären Goldseifen dieser Colonie sind die bedeutendsten die im Ballaratgebiet, denen man pliocänes Alter zuschreibt. An manchen Punkten musste man hier erst vier mächtige, durch thonige Zwischenschichten von einander getrennte Basaltdecken mit Schächten durchsinken, ehe man die auf dem Grundgebirge ruhenden goldführenden Schichten erreichte. Die mit den goldführenden Sanden wechsellagernden Thone umschliessen nicht selten gut erhaltene Baum-

---

[1]) R. Brough Smyth. *Gold-fields and Mineral Districts of Victoria.* Melbourne 1869. — Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 619. Den Angaben dieses Werkes folgen wir im wesentlichen in dieser Uebersicht.

stämme und Blattabdrücke, ja ganze Schmitzen lignitischer Braunkohle. In seltenen Fällen haben die Grubenaufschlüsse auch die Basaltgänge, die mit den Strömen und Decken in Verbindung stehen, die „Stiele“ der letzteren kennen gelehrt, wie zum Beispiel aus dem in Fig. 257, S. 674 reproducirten Profile der Grube am Wombat Hill nach R. Brough Smyth hervorgeht.

Sowohl in den alluvialen, wie in den tertiären Seifen Victorias sind neben den lockeren Sanden, Granden, sowie den Thonen auch breccienartige oder conglomeratische Bänke bekannt, sog. Cemente, die gewöhnlich direct dem Grundgebirge aufgelagert sind und in ihrem eisenschüssigen Bindemittel Blättchen, Körnchen und grössere Klümpchen von Gold in sehr unregelmässiger Vertheilung enthalten.

Bemerkenswerth ist endlich auch, dass manche Goldseifen Victorias zugleich Zinnstein führen.

Im Jahre 1894, als die Thätigkeit in den Goldseifen der Colonie noch eine sehr rege war, betrug die Gesammtausbeute an Gold in denselben 7908,9 kg. Seitdem sind die Erträge aus dem Seifenbetrieb zurückgegangen. Der mittlere Goldgehalt der bauwürdigen Seifenlagen (des „wash-dirt“) betrug 1894 etwa 2 g pro t, der der sog. Cemente etwa 6 g pro t, früher, unmittelbar nach dem Fündigwerden der Goldfelder, war er viel höher.

Unter ganz ähnlichen geologischen Verhältnissen finden sich auch die Goldseifen in New South Wales, das im Jahre 1894 an 2215 kg Seifengold erzeugt hat, und in Queensland, das in demselben Jahre 806,6 kg desgleichen producirte. Auch Süd-Australien und, wie sich in dem letzten Jahrzehnt gezeigt hat, West-Australien besitzt Goldseifen.

Das trockene Tafelland West-Australiens birgt eine ganz besondere Art von eluvialen Goldseifen in sich, die eine etwas eingehendere Besprechung verdienen.

Wie uns zuerst aus einer reichen von A. Gmehling nebst einer eingehenden Beschreibung übersandten Collection bekannt wurde, werden in West-Australien bei Kanowna und im 25 Miles-District die älteren Gesteine in der Nähe der Ausstriche von Golderzgängen von kaolinreichen, oft eisenschüssigen Sandsteinen und Agglomeraten, sog. Cementen, bedeckt, die auf Gold abgebaut werden.

Die Quarzkörnchen dieser uns übersandten Sandsteine erwiesen sich unter dem Mikroskope als auffällig scharfkantige Splitter, sodass wir in einem Briefe an A. Gmehling vom Jahre 1898 und seitdem in unseren Vorlesungen die Vermuthung aussprachen, die Cemente möchten als äolische Bildungen und unter dem Einfluss des Wüstencharakters jener Gegenden, der mit seinen starken Temperaturgegen-

sätzen zwischen Tag und Nacht das Zerspringen und Absplittern des Gesteins befördert, während der Verwitterung der älteren Gänge entstanden sein. Diese Vermuthung ist zu unserer Freude durch T. A Rickard[1]) auf Grund sehr eingehender Untersuchungen an Ort und Stelle vollständig bestätigt worden.

Dieser Forscher untersuchte die Cementablagerung von Kintore und eine zweite bei Kanowna, die er beide für Ansammlungen von Verwitterungsschutt hält, zu Stande gekommen unter dem sehr wesentlichen Antheil der grossen Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht, und der starken Winde in diesem trockenen, äusserst regenarmen Lande. Für die Kintore-Cemente waren die Goldspender die dicht an dem einen Ende der Ablagerung vorüberstreichenden Sugar Loaf-Goldquarzgänge, für die Kanowna-Cemente der in unmittelbarer Nachbarschaft ausstreichende White Feather-Golderzgang. Bei Kintore sieht man nach Rickard über der mit kleinen Einbuchtungen versehenen Oberfläche des hier anstehenden Granites zunächst die goldführenden sandigen Cemente (0,75—1,5 m), darüber taube Sandsteine (— 0,6 m) und endlich ein Lager von Kaolin (— 0,3 m mächtig), zuoberst mit Gesteinsfragmenten, folgen. Ein paar schmale Thonbänder sind den sandigen Massen zwischen geschaltet. Bei Kanowna dagegen bildet ein stark zersetzter Diorit das Grundgebirge. Dieses überlagern in einer flachen Einsenkung zuunterst eine dünne thonige Lage, darüber die sandigen, Gold führenden Cemente (— 1,5 m mächtig), hierauf ein thoniger Detritus aus Fragmenten von Eisenstein und Quarz, dessen Mächtigkeit stellenweise bis auf 7,5 m anwuchs. Nahe am Rande der Ablagerung lagen auch grössere und noch mehr eckige Stücken von Gangquarz, als die im Cement eingestreuten es sind, umher. Der Goldgehalt der ganzen aufgelagerten Schichten in ihrer Gesammtheit betrug etwa 31 g pro t. Es wurden indessen nur die reicheren Lagen abgebaut.

Auch die Insel Tasmanien erzeugte bis vor kurzem Waschgold, im Jahre 1894 noch 175,2 kg.

Auf Neuseeland kennt man hochgelegen tertiäre und recente fluviatile, sowie marine Goldseifen. Die hochgelegenen Seifenlager bestehen zum Theil aus lockeren Granden und Sanden, sodass sie durch das hydraulische Verfahren gewonnen werden können, zum Theil sind sie fest cementirt, wie im Otago Goldfeld bei Blue Spur. Die recenten fluviatilen Seifen liegen fast sämmtlich auf der Mittel-Insel. Die Gold führenden Meeressande werden nur wenig ausgebeutet. Sie regeneriren sich fortwährend durch die aufbereitende Thätigkeit der Meereswogen

7. Afrikanische Goldseifen.

Die in dem Gebiete der afrikanischen Goldküste hier und da von den Eingeborenen ausgebeuteten Goldseifen haben keine grosse Bedeutung gegenüber den primären Lagerstätten dieses Landes (siehe S. 534).

[1]) T. A. Rickard. *The Alluvial Deposits of Western Australia.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., 28. Bd., 1899, S. 480.

Wichtiger sind die Goldseifen im Lydenburg District von Transvaal, besonders am Pilgrims Creek und im Blyde Thal, die bereits 1873 in Angriff genommen worden waren. Ein Beispiel einer eluvialen Goldseife bietet das Vorkommniss im Duivels Kantoor, im Kaap Goldfeld desselben Staates, wo sich in einem aus noch eckigen Fragmenten von Quarz und verschiedenen Gesteinen bestehenden Verwitterungsschutt in Brauneisen umgewandelte Pyritkrystalle und krystalline Goldpartikel finden. Diese Lagerstätte producirte im Jahre 1894 gegen 18,6 kg Gold. Ein 1,6 kg wiegender Goldklumpen von dort war 1900 in Paris ausgestellt.

8. Europäische Goldseifen.

Alle die zahlreichen Goldseifen innerhalb Europas sind jetzt entweder total ausgebeutet oder liefern nur so äusserst geringe Erträge, dass sie nicht die geringste wirthschaftliche Bedeutung mehr besitzen, wenn sie auch vielfach wissenschaftliches Interesse beanspruchen dürfen.

Bekannt sind namentlich die noch in den 40er Jahren des Jahrhunderts von einigen Goldwäschern bearbeiteten goldhaltigen alluvialen Ablagerungen des Rheinstromes zwischen Rheinau bei Rastatt und Daxlanden bei Karlsruhe. Das Gold fand sich in gewissen Sandbänken concentrirt, die man „Goldgründe" nannte. Nach A. Daubrée[1]) enthalten auch die älteren Terrassen bis 12 km abseits vom Strom Gold.

Ueber die alten Goldseifen Böhmens und Sachsens, sowie einiger angrenzenden Länder wolle man die ausführliche Monographie F. Pošepny's[2]) nachlesen.

Für Sachsen kommen hauptsächlich die Alluvialmassen der Göltzsch im Vogtlande in Frage, die noch in neuerer Zeit Waschversuche veranlasst haben. Die Sammlungen der Freiberger Bergakademie besitzen Seifengold aus diesem Flusse.

Auch in Oberitalien, in den Thälern der Dora Baltea, Sesia, Soanna und anderer alpiner Flüsse hat man ehedem Gold gewaschen, in Spanien am Rio-Sil und Rio-Duerna in Galicien, sowie in der Ebene von Granada, in Frankreich bei Bonnac im Centralplateau u. a. O.

---

[1]) A. Daubrée. *Sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin.* Ann. des Mines. 1846. 4e. t. X. p. 1. und *Description géol. et minéral. du dép. du Bas-Rhin.* 1852. p. 319f.

[2]) F. Pošepny. *Die Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer.* Archiv f. prakt. Geol., II. Bd., 1895, S. 1—499.

9. Die Theorien zur Erklärung der Vertheilung des Goldes in den Seifen und der Bildung der grossen Goldklumpen.

Die in so vielen Gebieten zu beobachtende Thatsache, dass der Goldgehalt der Kiese, Sande und Thone sich ganz besonders in den unmittelbar dem Grundgebirge aufruhenden untersten Lagen dieser Gesteine concentrirt hat, ja auf zarten Rissen und Spältchen noch in die Schichtenköpfe des Felsuntergrundes eingedrungen ist, sodass die obersten mürben Partien desselben z. B. im Ural noch auf Gold verarbeitet werden, ist in verschiedener Weise gedeutet worden.

Wenn man zunächst einmal absieht von dem gelegentlichen Vorkommen grösserer Klumpen, auf die wir noch zurückkommen, so würde eine solche Concentration zunächst nur des fein vertheilten Goldes an der Basis der Seifen schon bei deren Ablagerung durch die Flüsse sehr schwer erklärbar sein. Eine natürliche Aufbereitung, ein Setzprocess im Grossen, kann, wie F. Pošepny[1]) mit Recht gezeigt hat, schon deshalb nicht angenommen werden, weil das Material der Seifen gewöhnlich keine Sortirung und Classificirung aufweist, sondern in seiner ganzen Mächtigkeit aus Bestandtheilen von sehr oft wechselnder Grösse und Schwere zusammengesetzt sich erweist. Wir wissen ja auch aus anderen geologischen Beobachtungen, dass das eine Seife bildende lockere Haufwerk nicht mit einem Male vom Wasser fortbewegt oder auch nur durch einander gerührt worden ist, sich vielmehr Schicht für Schicht periodisch abgesetzt hat.

Viel mehr Wahrscheinlichkeit besitzt die auf S. 643 auseinander gesetzte Erklärung F. Pošepny's.

Ist nach dieser die Concentration des fein vertheilten Seifengoldes auf der Oberfläche des Grundgebirges oder einer vom Wasser undurchdringbaren Zwischenschicht bis zu einem gewissen Grade als ein rein mechanischer Vorgang nach der eigentlichen Ablagerung verständlich, so bereitet das gelegentliche Vorkommen grosser Goldklumpen, wie man sie scheinbar auf Gängen gar nicht (oder nur höchst selten) vorfindet, einer Erklärung weitere Schwierigkeiten. Es sei hier zunächst auf ein paar besonders grosse Klumpen dieser Art, die man in der Litteratur kennt, hingewiesen. Der grösste Goldklumpen des Urals wurde 1842 in der Zarewo Alexandrowsk Seife bei Miask unmittelbar auf dem dioritischen Grundgestein gefunden und wog 36 kg. Er war angeblich

---

[1]) F. Pošepny. *Zur Genesis der Metallseifen.* Oesterr. Zeitschr. f. B. u. Hüttenw., 35. Bd., 1887, S. 325. — Derselbe. *Ueber die Genesis der Erzlagerstätten.* 1894. S. 207 etc.

von hartem Thon umgeben. Der grösste australische „Nugget", gefunden bei Dunolly in der Colonie Victoria und „Welcome Stranger" genannt, war fast ganz frei von Unreinheiten und wog 70,9 kg. Der zweitgrösste, „Welcome Nugget", zu Ballarat gefunden und zwar in einer Tiefe von 54 m, im Jahre 1858, kam auf 67,3 kg Goldgehalt zu stehen. Er war anscheinend vom Wasser abgerieben und mit Quarz und Eisenoxyd zusammengewachsen.

Zunächst würde man auch hierbei an einen rein mechanischen Transport des Goldes von dem Ausgehenden eines der Denudation verfallenden Golderzganges oder einer schichtigen älteren Golderzlagerstätte her zu denken haben. Steht doch das freilich immer sehr seltene Auftreten grosser Goldklumpen auf manchen Gängen fest. So kennt man aus einem Quarzgang der californischen Grube Monumental Mine in der Sierra Buttes nach Newberry einen Klumpen von 40 kg Gewicht. Auch sprechen gelegentlich in Seifen gefundene Klumpen, die noch mit Gangquarz verwachsen waren, dafür, dass solche grosse Massen aus Gängen in die Seifen rein mechanisch transportirt werden können. Dies beweist u. a. der 1851 im Meroo Creek in Victoria von einem Eingeborenen entdeckte 40 kg schwere Klumpen, der nach Liversidge[1]) noch mit Gangquarz verwachsen war. Er lag auf der Erdoberfläche, wie denn überhaupt die Goldklumpen in allen möglichen Niveaus vorzukommen scheinen, keineswegs auf die Auflagerungsfläche beschränkt sind. Die scheinbar weit grössere Seltenheit der grossen Klumpen auf Gängen, als wie in den Seifen, erklärt sich zum Theil daraus, dass einer einigermassen mächtigen Seife ein viel grösserer Gangabschnitt, der in Jahrtausenden zerstört worden ist, entspricht, als ihn der kurzlebige Mensch während der bergmännischen Ausbeutung eines Vorkommnisses kennen zu lernen jemals im Stande ist.

Schwerwiegende Bedenken aber gegen eine rein mechanische Zufuhr verursacht ein Vergleich der Beschaffenheit der auf Gängen und der in Seifen gefundenen Goldklumpen. Erstere stellen durchaus krystalline, gewöhnlich stark mit Quarz durchwachsene Aggregate mit vielen vorspringenden Zacken oder blechartigen Anhängen dar, und ihre Masse ist ein chemisch ziemlich unreines, stark mit Silber legirtes Gold. Beim Transport im Wasser, in der Strömung eines Baches oder Flusses, zugleich mit massenhaften stossenden und scheuernden Geröllen und Sandkörnchen, sollte man meinen, müssten diese Vorsprünge abgerieben werden, und die Stücke schliesslich eine gerundete Form und geglättete

---

[1]) Liversidge. *The Minerals of N. S. Wales.* II. Ed. p. 67.

Oberfläche erhalten. Auch müsste viel häufiger, als es beim Seifengold der Fall ist, Quarz im Zusammenhang mit dem Gold geblieben sein. Es finden sich nun zwar hier und dort solchen Voraussetzungen entsprechende Klumpen in den Seifen vor, wie uns z. B. solche geröllähnliche Gebilde aus Westaustralien zu Gesicht gekommen sind, und wie sie u. a. T. Egleston[1]) aus Venezuela beschrieben hat. Die westaustralischen Nuggets, die uns von Herrn Gmehling zur Untersuchung gegeben wurden, zeigten an der Peripherie an allen Vorsprüngen und Kanten eine deutliche Abrundung, während in den einspringenden Winkeln noch Spuren der zackigen Structur des Berggoldes sich erhalten hatten. Bei weitem die meisten in den Seifen angetroffenen Stücke weichen jedoch in folgenden Merkmalen vom Berggold ab:

1. Sie haben eine mit Warzen oder zitzenartigen Auswüchsen bedeckte sehr unregelmässige Oberfläche, die gar nicht mit der Geröllnatur zu harmoniren scheint, sondern eher an eine concretionäre Entstehung denken lässt.
2. Sie sind nur selten mit Quarz verwachsen, was namentlich bei den ganz grossen Exemplaren ganz unerklärlich erscheint, wenn man sie als mechanisch transportirtes Berggold auffassen will.
3. Ihr Feingehalt ist in vielen Fällen ein höherer, als wie beim Berggold. So enthält nach Pošepny das uralische Seifengold 91—99 % Au, das Berggold nur 86,6 %.

Zu Punkt 3 ist allerdings zu bemerken, dass noch eine viel zu geringe Anzahl von Untersuchungen vorliegt. Auch darf man bei Vergleichen nicht zu viel auf die im grossen bei Goldwerksbetrieben ermittelten Feingehalte geben. Das von Gängen gewonnene Gold kann zu leicht mit Spuren anderer auf solchen Gängen mit vorkommender Metalle verunreinigt sein.

Diese Wahrnehmungen veranlassten schon F. A. Genth, O. Lieber, A. R. C. Selwyn, M. Laur und später T. Egleston, C. Newberry, Daintree u. a. zu der Hypothese, dass das Gold der Seifen zum Theil, ja zum grössten Theil, und ganz besonders das Gold der grossen Klumpen, sich aus Lösungen abgeschieden habe, die in den Kies- und Sandschichten circulirt hätten. Man dachte hierbei entweder daran, dass ursprünglich mechanisch zugeführtes und in den Seifen gleichmässig vertheiltes Gold in Form feinster Stäubchen in Lösung ge-

[1]) T. Egleston. *The formation of gold nuggets and placer deposits.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Vol. IX., 1881, p. 633.

bracht und wieder innerhalb bestimmter Lagen oder um bestimmte Centra herum ausgeschieden sei, oder dass bereits bei der Zersetzung der Gangausstriche gebildete goldhaltige Lösungen dem Grundwasserstrom zugeführt worden seien.

Als viertes, allerdings nicht sehr starkes Argument, hat man die schwer zu controllirende Beobachtung angeführt, dass abgebaute Seifen nach längeren Zeiten wieder goldreicher werden.

Dafür nun, dass wirklich Goldlösungen in den Seifen circuliren, scheinen allerdings Beweise erbracht zu sein. Sie bestehen in dem Vorhandensein notorisch neu gebildeter goldhaltiger Pyrite in den Seifenschichten. So fand H. A. Thompson im Goldfelde von Ballarat Krusten von goldhaltigem Pyrit um Wurzeln und Zweige von Pflanzenresten. Krystallisirte Eisenkiese auf einem Holzstückchen in einer Seife und zwar unmittelbar unter einer aufruhenden Basaltdecke von Ballarat ergaben 0,12 Proc. Gold. Besonders überzeugend war der Goldgehalt von Eisenkies mitten aus dem Innern eines in einer dortigen Seife gefundenen alten Holzstammes. Er belief sich auf 46,1 pro t[1]).

Auch Baumwurzeln im Hut von Golderzgängen sind zuweilen mit etwas Gold besetzt, wie die 1900 zu Paris ausgestellten Belegstücke vom Great Boulder Main Reef in West-Australien zeigten.

Sieht man ferner kleine Quarzgeschiebe von Gold verkittet, wie ein von R. Brauns[2]) erwähntes Belegstück zu Karlsruhe zeigt, so ist dies ebenfalls ein starkes Argument für die Ausscheidung des Metalls aus einer Lösung.

Sehr wichtige Beweise dafür, dass bereits im Ausgehenden der primären Lagerstätten Gold in Lösung geht und in diesem Zustand durch die Seifenablagerungen geführt werden kann, hat für die Goldfelder von Omai in Britisch Guyana E. E. Lungwitz[3]) beigebracht. Er konnte nämlich in der Asche von Bäumen, die auf dem Goldfelde gewachsen waren, einen geringen Goldgehalt nachweisen und zwar im oberen Theile der Stämme nahe den Aesten und einschliesslich von deren Ansätzen wesentlich mehr, als wie in der unteren Partie. Er schloss daraus, dass die von den Wurzeln dieser Bäume aufgesaugten Wässer Gold gelöst enthalten hätten. Damit im Einklang stände die

[1]) Citirt nach Phillips-Louis. *Ore Deposits.* 1896. p. 631.

[2]) R. Brauns. *Chemische Mineralogie.* 1896. S. 406. Anm. 2.

[3]) E. E. Lungwitz. *Ueber die regionalen Veränderungen der Goldlagerstätten.* Dissert. Rostock. Leipzig 1899.

Beobachtung, dass die dortigen Seifen gegen die sonstige Regel in den oberen Lagen reicher seien, als in den unteren. Es seien nämlich die oberen Lagen, die ja noch nicht so lange Zeit gelegen hätten, noch nicht so stark ausgelaugt, wie die älteren an der Basis der ganzen Seife. Sollten diese Angaben durch andere analoge Untersuchungen ihre Bestätigung finden, würden sie von grosser Wichtigkeit sein.

Dass übrigens Gold in gelöstem Zustande ausserhalb von Gangspalten in der Natur vorkommt, ist auch durch seinen Nachweis im Meerwasser bewiesen worden, der zuerst von Sonstadt[1]) erbracht worden ist. Hiernach enthält das Meerwasser 0,06 g Gold pro t. Dies wurde durch die sehr eingehenden Untersuchungen von A. Liversidge[2]) bestätigt. Nach ihm befindet sich im Seewasser an der australischen Küste 130—260 t Gold pro Cubikmeile Ocean, das ist 0,03—0,06 g pro t.

Experimentell behandelte T. Egleston (l. c.) die Löslichkeit des edlen Metalles in verschiedenen Salzlösungen, die in der Natur, wenn auch nur in ganz verdünnter Form, vorkommen können. Er fand z. B. das Gold (Schaumgold) löslich in einer Lösung von salpetersaurem Ammonium mit etwas Chlorammonium vermischt, ferner von schwefligsaurem Natrium und Kalium. Schon früher hatte H. Wurtz die Löslichkeit des Goldes in Eisenchlorid und in schwefelsaurem Eisenoxyd nachgewiesen. Jedenfalls ist die Möglichkeit in der Natur gegeben, dass namentlich während der Zersetzungsvorgänge im eisernen Hut der Gänge, wo ja Chlornatrium, freie Schwefelsäure und Braunstein nebeneinander vorkommen können, also gelegentlich sogar eine Entwicklung von Chlor eintreten kann, Gold in Lösung übergeführt wird. Lösungsmittel organischer Natur, wie sie E. E. Lungwitz voraussetzt, erscheinen nicht unbedingt nothwendig.

Verhältnissmässig wenig Schwierigkeiten bereitet dagegen die Abscheidung des Goldes aus Lösungen innerhalb der Seifen. Egleston hat durch zahlreiche Experimente nachgewiesen, dass organische Verbindungen, wie sie in den Flusswässern und Grundwässern vorkommen, metallisches Gold aus Lösungen zu reduciren vermögen. So z. B. veranlassten in Goldlösungen eingetragene Stückchen von Torf eine Ausscheidung von metallischem Gold. Da sehr häufig die Geröllablagerungen nicht nur, wie in Californien und Australien, Holzreste, sondern auch anderen vegetabilischen Detritus enthalten, da ferner zuweilen die Seifen

[1]) Chemical News. Vol. XXVI. p. 159. — Amer. Chemist. Vol. III. p. 206.

[2]) A. Liversidge. *Gold and Silver in Seawater.* Journ. of the Royal Society of N. S. Wales, 1895, Vol. XXIX.

mit einer Torfdecke überzogen sind, wie im Ural oder in Sibirien, und da endlich die jene Geröllmassen durchströmenden Grundwasser aus im Wachsthum begriffenen Torfmooren fortwährend Beimengungen von organischen Säuren erhalten müssen, würde also eine Ausscheidung von Gold innerhalb der Seifen aus jenen Lösungen oder wenigstens ein Zuwachs von Gold rings um schon vorhandene, mechanisch zugeschwemmte Klümpchen im Bereich der Möglichkeit liegen.

Nach H. A. Gordon[1]) gehören zu einer bedeutenderen Präcipitation von Gold in den Alluvionen besondere günstige, nicht überall vorhandene Bedingungen, namentlich Regenarmuth und heisses Klima, wodurch die von der Natur gelieferten Goldlösungen an der Wegschwemmung ins Meer verhindert und zur Concentration gebracht werden können. Solche Bedingungen herrschen z. B. in Queensland und Westaustralien und auf Neuseeland in dem trockenen Otago. In diesem letzteren Gebiet, besonders im District Upper Tairi, fand man denn gelegentlich auch beträchtliche Mengen von „wire-gold" (Drahtgold), und zwar immer auf oder nahe unter der Erdoberfläche. Die früheren Prospectoren hielten es für in Gold versteinerte Graswurzeln. McKay sah 1881 davon zu Naseby eine Partie von 1,2 kg. Es bestand aus dünnen geraden oder gebogenen Drähten. Die eine Seite war glatt oder gestreift, die andere mit kleinen cubischen Goldkrystallen bedeckt. Eine Möglichkeit, dass diese Funde von zerstörten Gängen stammen könnten, schien nicht gegeben.

Wie die ganze eben behandelte Frage jetzt liegt, dürfte die übrigens auch von F. Pošepny[2]) vertretene Anschauung von E. Cohen[3]), wie sie dieser 1887 nach einer kritischen Besprechung aller damals vorhandenen Arbeiten hierüber ausgesprochen hat, im grossen und ganzen noch heute gelten: „dass weitaus der grösste Theil des Detritalgoldes durch mechanische Zerstörung älterer Lagerstätten frei geworden und mechanisch zum Absatz gelangt sei, dass andererseits eine Ausscheidung aus Lösungen zweifellos vorkommt, aber nur eine untergeordnete Rolle spielt".

---

[1]) H. A. Gordon. *Hysteromorphous Auriferous Deposits etc. in New Zealand.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., 25. Bd., 1896, p. 292.

[2]) F. Pošepny. *Genesis der Erzlagerstätten.* 1894. S. 203.

[3]) E. Cohen. *Ueber die Entstehung des Seifengoldes.* Mittheil. des naturw. Vereins f. Neuvorpommern u. Rügen. 1887. XIX.

e) Platinseifen.

1. Die Platinseifen im Ural[1]).

Die wichtigsten Platinseifengebiete dieses Gebirges sind der Goroblagodatskische, der Nischne Tagilskische und der Bisserskische Kreis. Die Seifen liegen hauptsächlich im Flussgebiet des Iss, einem Nebenflusse der Tura, im Gebiete der Wyja und des ebenfalls der Tura zuströmenden Tagil.

Im Tagilgebiete ist besonders die Umgebung des Berges Solowioff platinreich, die Thäler des von diesem Gebirgsstock aus nach N. fliessenden Tschausch, des nach W. rinnenden Wyssym und des nach S. laufenden Martjan. Der Berg Solowioff besteht aus einem Olivinfels, die mehr östlich angrenzenden Gebirgstheile dagegen aus Gabbro-Diorit und Diorit. Der Olivinfels geht in Olivingabbro und mannigfache andere Diallaggesteine über und ist vielfach zu Serpentin umgewandelt. Alle diese olivinhaltigen Gesteine, wie u. a. auch Aufbereitungsversuche im grossen gelehrt haben, dürfen hier und anderwärts im Ural als die Muttergesteine des Platins gelten (siehe hierüber S. 18). Höchst auffällig erscheinen dagegen die Angaben von Saytzeff über die Betheiligung von Platin an der Zusammensetzung von Porphyriten und von gneissartig gestreckten Syeniten. Uebrigens sind nicht alle Vorkommnisse von Olivingesteinen im Ural Sitz von Platin.

Die Grösse der Platinstückchen in den Seifen nimmt thalabwärts mehr und mehr ab, wobei sich zugleich ihre Form ändert. In den obersten Regionen finden sich oft eckige und rauhe, häufig mit einem Häutchen von Eisenoxydhydrat überzogene Klümpchen („Platin in der Kappe“). Hier nur hat man gelegentlich auch die grösseren Fundstücke angetroffen, die grössten bekannten bis zu 10 kg im Gewicht. Weiter thalabwärts bildet das Platin rundliche oder platte Körnchen mit glatter Oberfläche. Zuweilen findet man Körnchen, die noch mit Chromeisenerz, dem Begleiter des Platins in den Olivingesteinen, zusammengewachsen sind.

---

[1]) Wichtigste neuere Litteratur: Bourdakoff et Hendrikoff. *Description de l'exploitation de platine.* Traduit du russe par G. O. Clerc. Ekatherinbourg 1896. — A. Saytzeff. *Die Platinlagerstätten am Ural.* Mit einer geol. Karte und 12 Zeichnungen. Russ. und deutscher Auszug. Tomsk 1898. — C. W. Purington. *Platinum deposits of the river Tura.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Vol. 27, Febr. 1899, p. 440. — J. F. Kemp. *The Geolog. Relations and Distribution of Platinum and Associated Metals.* U. S. Geol. Surv. Bull. No. 193, 1902, 95 p., VI pl. Mit vollst. Litteratur.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist das in den Seifen gewonnene Platin recht unrein. Es enthält 5—13 % Eisen, ausserdem etwas Gold, Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium und Kupfer. Wir geben im folgenden nach Deville und Débray[1]) (I—III) und nach G. C. Hoffmann[2]) (IV) Analysen des uralischen und dreier nordamerikanischer Rohplatine,

	I. Ural:	II. Californien:	III. Oregon:	IV. Brit. Columbia:
Platin	76,40	85,50	51,45	72,07
Gold	0,40	0,80	0,85	—
Eisen	11,70	6,75	4,30	8,59
Iridium	4,30	1,05	0,40	1,14
Rhodium	0,30	1,00	0,65	2,57
Palladium	1,40	0,60	0,15	0,19
Kupfer	4,10	1,40	2,15	3,39
Osmiridium	0,50	1,10	37,30	10,51
Sand (Chromit etc.)	1,40	2,95	3,00	1,69
	100,50	101,15	100,25	100,15

Neben dem Platin und dem bereits erwähnten Chromeisenerz enthalten die uralischen Platinseifen etwas Iridium, Osmiridium und gewöhnlich auch Gold.

Der Platingehalt der Seifen ist am stärksten nahe der Auflagerungsfläche auf dem Grundgebirge concentrirt, und zwar besonders dort, wo dieses eine rauhe Oberfläche hat. Namentlich günstig ist ein zerfressener Kalkstein als Seifenuntergrund. Die reichsten Seifen werden in den Thalerweiterungen angetroffen.

Die im Jahre 1892 gewaschenen Platinsande enthielten im Durchschnitt 3,3 g Platin pro t. Seitdem ist man zur Verwaschung noch ärmerer Sande geschritten.

Ein Theil der Seifen ist von eluvialem Charakter. So wird in allen den zahllosen Runsen, die vom Solowioff ausstrahlen, der dort angehäufte lockere Gebirgsschutt, dessen Bestandtheile eine Wanderung von nur wenigen Metern abwärts hinter sich haben, zusammengekratzt, zu Thale gefahren und dort auf Platin verwaschen.

In den eigentlichen Thalseifen herrscht je nach der Lage bald gröberes, bald feineres Material vor. Die armen oder tauben Schichten über den platinhaltigen Lagen sind zuweilen so mächtig, dass man local

[1]) Deville et Débray. Ann. Chim. Phys. [3] 56. p. 449.

[2]) Citirt bei J. F. Kemp. p. 50.

zu unterirdischem Betrieb hat schreiten müssen. Als ein Beispiel möge das Durchschnittsprofil des platinhaltigen Schwemmlandes im Thale des Iss nach A. Saytzeff hier angeführt sein. Es lautet von oben nach unten:

„Turfa" { wirklicher Torf, woraus „turfa" sprachlich entstand. und Sand; sandiger Thon: blaugrauer, zäher Thon.

„Rjetschnik", d. i. Flusssand und Kies mit grösseren Geröllen, ohne Platin.

Platinhaltiger Sand, 0,7—1,4 m mächtig.

„Potschwa", d. i. Grundgebirge.

Manchmal tritt die platinhaltige Schicht auch zu einem Conglomerat verkittet auf. Die horizontale Verbreitung der zahlbaren Schicht in den Seifen ist übrigens eine sehr wechselnde.

Es sind zuweilen auch zwei platinreiche Horizonte in dem Profil einer Seife angetroffen worden, so in den Wäschereien Alexej-Olginsky an der kleinen Ossokina.

Die platinhaltigen Ablagerungen sind zum Theil diluvialen Alters, wie Funde von Stosszähnen und Knochen des Mammuth im Rjetschnik der Bokowoy- und Elisawetinsky-Seifen beweisen. Jedenfalls stellen die uralischen Seifenablagerungen die Ueberreste ganz gewaltiger, im Laufe vieler Jahrtausende zerstörter Gesteinsmassen dar, und so konnte sich hier mehr, wie in anderen Gegenden der Erde, der an sich höchst geringe Platingehalt der Olivingesteine einigermassen concentriren.

Im Ural wurde Platin zuerst gefunden 1819 in den Goldseifen von Dakowlef. Seit der Entdeckung des Platins im District von Nischne Tagilsk im Jahre 1825 sind bis 1892 im ganzen 113211 kg dieses Metalles im Ural gewonnen worden[1]). Im Jahre 1892 betrug die Production 4410 kg, wozu 1350000 t Platinsand zu verwaschen waren. Im Jahre 1898 bezifferte sich die uralische Platinerzeugung auf 6027,2 kg, im Jahre 1901 auf 6328 kg.

2. Anderweitige Vorkommnisse platinhaltiger Seifen.

Im westlichen Nordamerika enthalten manche durch Magnetit und Titaneisenerz schwärzlich gefärbte Meeressande und Flusskiese auch etwas Platin, Iridium und Osmium zugleich mit Gold, so z. B. in der Nachbarschaft des Klamath Flusses in Siskiyou, in den Humboldt und

[1]) The Mineral Industry. 1894. p. 596.

San Franzisko Counties des nördlichen Californiens und in Oregon. Es werden jährlich einige Hundert Gramm Platin dort gewonnen („white gold" der Seifenbergleute).

Aehnliche Vorkommnisse kennt man nach Day[1]) und Kemp[2]) am Tulameen River in Britisch Columbien[1]). Hier wurden auch Platinklumpen verwachsen mit Chromit, mit Olivin oder mit Augit angetroffen.

Als Muttergesteine des Metalles kommen nach J. F. Kemp[2]) in erster Linie Dunite und Pyroxenite in Frage, die am Oberlauf des genannten Flusses anstehen. Noch räthselhaft ist ein sehr geringer Platingehalt dortiger gepresster Granite.

Auch ist zu erwähnen, dass Stückchen gefunden wurden, welche mechanisch mit Gold verwachsen waren und zugleich noch Reste von Dolomit und Magnesit anhängen hatten.

Nur höchst spärliche Mengen dieses Metalles haben einige Goldseifen Canadas geliefert, wie die am Loup Fluss, nahe seinem Zusammenfluss mit der Chaudière.

In Südamerika producirt namentlich Colombien etwas Platin, das zusammen mit Gold, Chromit, Magnetit und Titaneisenerz in den Seifen der Thäler des Telembi, des Cauca und des Atrato gewaschen wird. Es ist zuweilen mit Gold fest verwachsen. In den Goldseifen Colombiens wurde das Platin um die Mitte des 18. Jahrhunderts zuerst als ein neues gediegenes Metall erkannt und wegen seiner Aehnlichkeit mit Silber (plata) Platina benannt.

Nach Boussingault[3]) haben auch goldführende Quarzgänge bei Santa Rosa in der colombischen Provinz Antioquia Platin geliefert.

Auch auf der Insel Santo Domingo kennt man Platin.

In Neu-Seeland findet sich ebenfalls Platin mit Osmium und Iridium, wenn auch nur in geringer Menge. Es ist nachgewiesen im Meeressande und einigen Flüssen im südlichen Theile der Mittelinsel, ferner an der Ostküste von Otago am Clutha River und in einigen Goldfeldern des Nelson Districtes. Die Round Hill Gold Mining Company bei Orepuki an der Colac Bay gewann bis 1898 gegen 900 g Platin.

Auch auf Tasmanien fand man Platin führende Sande.

---

[1]) D. T. Day. *Notes on the Occurrence of Platinum in North America.* Trans. Am. Inst. Min. Eng., Febr. 1900.

[2]) l. c. p. 47.

[3]) Ann. Chem. et Phys. Vol. XXXII. 1826. p. 204.

Auf dem australischen Festland kennt man Platin in den Goldseifen von Fifield und einiger anderer Punkte in N. S. Wales[1]. Im Jahre 1894 sind dort etwa 31 kg dieses Edelmetalles gewaschen worden. Platinhaltige Meeressande finden sich in derselben Colonie am Richmond River.

Nur äusserst spärlich sind die Funde von Platin in Europa, so z. B. in den Goldseifen von Ollálipian in Siebenbürgen.

Endlich möge das Vorkommen von Platin in manchen Goldseifen der Insel Borneo[2]) erwähnt werden. Es findet sich hier zugleich mit viel Magnetit und blaugrauem Korund, sowie mit Diamant und dem höchst seltenen Laurit (Rutheniumosmiumsulfid). Es wurde zuerst 1831 in den Seifen von Gunung Lawack im SO. der Insel entdeckt.

f) Die Kupferseifen auf den Philippinen und in Argentinien.

Nach mündlichen Mittheilungen von F. V. Voit an den Verfasser findet sich gediegen Kupfer mehrfach im Flussgebiet des Malaguit bei Paracale in der Provinz Camarines Norte auf Luzón. Die Eingeborenen brachten wiederholt Kupfersande aus den Flussbetten zum Verkauf. Die darin neben Magnetit, Eisenglanz und etwas Gold enthaltenen abgerundeten Kupferkörner von Hirsekorn- bis Streichholzkopfgrösse hatten eine bräunlich-rothe oder schwärzliche Kruste von oxydischen Verbindungen. Nach F. Rinne[3]), der die Fundstelle später untersuchte, haben die Körner meist eine wirr stachelige Gestalt. Auch wurden kleine faden- oder walzenförmige Gebilde bemerkt. Neben dem Kupfer fanden sich gelegentlich kleine Körnchen und Kryställchen von Eisenkies, reichlich winzige Zirkone. Sehr wichtig ist die Beobachtung F. Rinne's, wonach im Bache Submaquin und bei Calaburnay viele Gerölle eine bröckelige Kruste von zellig-schwammigem Kupfer tragen. Diese Kruste zerfällt leicht zu Kupfersand. Er schliesst daraus mit Recht, dass das gediegen Kupfer der dortigen Seifen wohl nicht weither transportirt sein möge, sondern örtlichen Reductionsprocessen von Kupferlösungen vermittelst organischer Substanzen seinen Ursprung verdankt.

---

[1]) J. B. Jaquet. *The Occurrence of Platinum in New South Wales.* Records Geol. Survey of N. S. W. 1896. p. 33.

[2]) Th. Posewitz. *Das Diamantenvorkommen in Borneo.* Jahrb. d. k. ungar. Landesanst., Bd. VII.

[3]) F. Rinne. *Kupferreiche Sande im Malaguitgebiet bei Paracale.* Z. f. pr. G., 1901, S. 387.

Wirkliche Kupfererzseifen sind durch V. Novarese[1]) von Santa Catalina im nördlichsten Theile von Argentinien beschrieben worden. Sie bestehen aus schichtungslosen Conglomeraten von Schiefer- und Grauwackegeschieben mit Knollen von oxydischem Kupfererz, die in der Mitte gediegen Kupfer umschliessen. Diese zugleich etwas goldhaltige Ablagerung wird von kupferfreien Goldseifen diluvialen Alters überlagert.

---

[1]) Novarese. *Sui giacimenti auriferi della Puna di Jujuy.* Rivista del Serv. Minerar. pl. 1890 (App. alla Rel. generale).

Fünfter Abschnitt.

Allgemeine Winke für die Aufsuchung von Erzlagerstätten.

Ein Jeder, der aufmerksam die in diesem Werke enthaltenen Schilderungen der einzelnen Lagerstättentypen und der Veränderungen, die sie an der Erdoberfläche erleiden, gelesen hat und sich zugleich eigene Anschauungen von möglichst zahlreichen Vorkommnissen verschiedener Art verschaffen konnte, wird kaum einer allgemeinen Anleitung zur Auffindung noch nicht bekannter Erzlagerstätten bedürfen. Trotzdem ist es vielleicht Manchem erwünscht, eine kurze Zusammenstellung der wichtigsten Anhaltspunkte, die von Seiten der Lagerstättenlehre einem Prospector geboten werden können, im folgenden zu besitzen. Die Aufschlussarbeiten an bereits gefundenen Lagerstätten dagegen gehören ins Gebiet der Bergbaukunde und werden darum hier nicht zu berühren sein.

Von den älteren Darstellungen dieser Art dürften diejenigen B. von Cotta's[1]) immer noch die besten sein, und wir werden uns vielfach an seine klaren und gerade in ihrer Einfachheit und Kürze vortrefflichen Ausführungen anlehnen können. Viele gute Winke enthält u. a. auch das kürzlich erschienene Werk von R. H. Stretch[2]).

Solche Winke werden nothwendiger Weise immer sehr allgemein gehalten werden müssen. Speciellere Regeln lassen sich nicht geben, da sie ebenso mannigfaltig sein müssten, wie die geologische Natur der von uns geschilderten Lagerstätten.

---

[1]) B. v. Cotta. *Die Lehre von den Erzlagerstätten I.* II. Aufl. Freiberg 1859. S. 224–236.

[2]) R. H. Stretch. *Prospecting, Locating and Valuing Mines.* New York and London 1899. — C. W. Moore. *A practical guide for prospectors, explorers and miners.* London 1893. — S. H. Cox. *Prospecting for minerals.* Practical Handbook. Rev. ed. Illustr. 1900.

Man weiss übrigens, dass die meisten Erzlagerstätten durch einen Zufall entdeckt worden sind, ohne dass Jemand danach gesucht hätte, und es ist ferner bekannt, dass die meisten berufsmässigen Prospectoren oder Erzsucher in noch wenig durchforschten Gegenden der Erde Nichtgeologen sind oder höchstens über gewisse elementare und mehr instinctive geologische Kenntnisse verfügen. Immerhin wird der auf diesem Gebiete so erfolgreiche rohe Empirismus durch die Berücksichtigung gewisser geologischer Thatsachen noch gewinnen können[1]), wie folgende Erwägungen uns lehren.

Das häufigere Vorkommen von Erzlagerstätten in Gegenden von besonderem geologischen Bau.

Immer noch gilt der Cotta'sche Leitsatz: „Erzlagerstätten überhaupt finden sich häufiger in den Regionen der älteren, als der neueren Gesteine". Wie er ausgeführt hat, ist der Grund nicht etwa darin, dass die älteren geologischen Zeiträume für die Bildung der Erzlagerstätten günstigere Bedingungen geboten hätten, sondern vielmehr darin zu suchen, dass die meisten Erzconcentrationen nur in tieferen Erdregionen, unter höherer Temperatur und höherem Druck, als wie sie an der Oberfläche herrschen, sich bilden können. Es gilt dies nicht nur für alle Lagerstätten, die als magmatische Ausscheidungen oder als contactmetamorphe Bildungen aufgefasst werden müssen, sondern auch für die meisten Erzgänge und sonstigen epigenetischen Gebilde. Nur die rein sedimentären Erzlager und solche secundäre Lagerstätten, die sehr weit abseits von dem eigentlichen Ursprungsort ihrer Erze niedergelegt wurden, sind auszunehmen. Alle solche Theile unserer Erdkruste aber, die unter jenen Bedingungen gestanden haben, müssen früher eine sehr mächtige Bedeckung und Belastung durch jüngere Schichten getragen haben, aus der sie erst durch die spätere Erosion

[1]) Ganz selbstverständlich ist natürlich der grosse Nutzen, den eine genaue geologische Untersuchung bei der weiteren Ausbeutung einmal fündig gewordener Lagerstätten gewährt. So sehen wir denn z. B. die nordamerikanische Geological Survey sofort nach der Entdeckung neuer Erzgebiete deren geologische Durchforschung energisch in Angriff nehmen, sodass schon nach ein paar Jahren, wie in dem Falle von Cripple Creek, der Bergmann sich einer guten geologischen Basis für weitere Unternehmungen erfreuen kann. So sehen wir auch in den alten Culturstaaten die Regierungen bestrebt, die seit lange bekannten und bebauten Erzreviere von geologischer Seite monographisch bearbeiten zu lassen.

und Denudation heraus geschält worden sind, und dies ist eben nur möglich, wenn sie selbst ein möglichst hohes geologisches Alter besitzen.

Gewöhnlich trägt auch das Nebengestein der Erzlagerstätten, sofern es nicht von Haus aus krystallin und damit gegen die meisten plutonischen Veränderungen gefeit war, die Spuren der Beeinflussung durch jene bei der Erzconcentration hauptsächlich wirksamen Factoren, hohen Druck und hohe Temperatur, zur Schau, d. h. es zeigt sich mehr oder weniger stark metamorph. Das metamorphe Schiefergebirge wird so immer dem Erzsucher besonders reiche Aussicht auf Erfolg bieten; nach solchen Regionen, wo es zu Tage liegt, wird er zuerst seine Schritte lenken. Dabei wird es ganz gleichgültig sein, ob die krystallinen Schiefer in die ihrem Alter nach weiterhin unbestimmbare Gruppe der archäischen Schichten gehören, oder ob sie als metamorphe palaeozoische Sedimente erkannt sind.

Die Möglichkeit, Erzlagerstätten in solchen sehr alten und besonders in solchen metamorphen Gesteinen zu finden, wird gesteigert, wenn noch einige weitere Bedingungen hinzutreten.

Vor allem sind im allgemeinen von den Gegenden mit geologisch alten Sedimenten solche besonders günstig, die gebirgigen Charakter haben oder die wenigstens in früheren geologischen Perioden einmal einen solchen besassen und erst durch spätere Abrasion mehr oder weniger eingeebnet worden sind. Es deckt sich dieser Satz ungefähr mit der allgemein-geologischen Erfahrung, dass krystalline Schiefer vorzugsweise in gebirgigen Gegenden oder in abradirten Landstrichen von ehemaligem Gebirgscharakter gefunden werden.

Schon die ältesten deutschen bergmännischen Schriftsteller seit Mathesius machten nun aber hierbei einen Unterschied unter den Gebirgen. Sie zogen „sänftige Mittelgebirge mit flachen Gründen" den schroffen, pralligen, „stücklichen" Gebirgen von alpinem Charakter vor und im allgemeinen nicht mit Unrecht. Die im geologischen Sinne modernen Faltengebirge, wie der Schweizer Jura, der grösste Theil der Alpen und eigentlichen Karpathen, mit ihren schroffen Formen enthalten in der Hauptsache nur sehr spärliche Erzlagerstätten; die älteren Gebirge dagegen, vorzüglich diejenigen, deren Haupthebungsakte noch in das palaeozoische Zeitalter fallen, wie das Erzgebirge und der Harz, und das sind ja thatsächlich Gebirge mit sanfterem Relief, sind im allgemeinen viel reicher daran, desgleichen alte, schon fast wieder von der Thätigkeit des Wassers abgehobelte Gebirge, wahre Gebirgsruinen, wie das rheinische Schiefergebirge. Der Grund dieser Erscheinung ist der, dass

in den jugendlichen Faltengebirgen die eigentlichen Sitze der Erzconcentrationen, die krystallinen Kernschichten, noch nicht von ihrer mächtigen Hülle jüngerer Sedimente genügend befreit sind. Gewöhnlich sind syngenetisch mit dem Nebengestein gebildete Erzlager, vorzüglich Eisenerzlager, die einzigen metallischen Bodenschätze solcher geologisch modernen Kettengebirge.

Der Kreis, innerhalb dessen der Suchende vorzüglich Funde zu machen hoffen darf, wird noch enger gezogen, sein Weg ist ihm noch klarer vorgezeichnet, wenn er sich der ferneren Thatsache erinnert, dass bei weitem die meisten epigenetischen und selbstverständlich alle magmatischen Erzlagerstätten in mehr oder minder engem räumlichen Zusammenhang mit Eruptivgesteinsmassen stehen.

Im Laufe unserer ganzen Darstellung haben wir diese Bedeutung namentlich der alten oder besser gesagt, aus grosser Tiefe heraus blossgelegten plutonischen Heerde, zum Theil auch alter und junger nahe an der Oberfläche erstarrter vulkanischer Massen für die Herausbildung von Erzlagerstätten hervorgehoben. Es sei nur einiges wenige nochmals wiederholt.

Granite, besonders solche, die Turmalin, Lithionglimmer oder Topas oder alle zusammen enthalten, sind auf dem ganzen Erdenrund überaus häufig mit Zinnerzgängen und -imprägnationen verknüpft. Sie sind ferner vielfach auch für die Bildung von Golderzgängen verantwortlich gemacht worden, wie das namentlich für die Aplite gilt. Auch die Gänge der Silber-Bleierzformationen stehen wahrscheinlich häufig zu granitischen Gebirgskernen in genetischer Beziehung, wie dies erst kürzlich wieder durch eine ausführliche Studie von K. Dalmer[1]) für das Erzgebirge dargelegt worden ist, und endlich ist der ihrem Metallinhalt nach so vielgestaltigen contactmetamorphen Lagerstätten in der Nachbarschaft granitischer, syenitischer oder dioritischer Intrusivmassen zu gedenken. Gabbros, Diorite, Olivinfelse und Serpentine sahen wir mit Nickel-Kupfererzlagerstätten verknüpft, Augitsyenite und quarzfreie Porphyre mit Eisenerzen, Diabase und Diorite (z. Th. umgewandelte Diabase) mit Golderzen, andere Diabase und Melaphyre mit Kupfererzen, Dacite und Liparite, besonders in dem als Propylit bezeichneten Zustand, mit Silber-Golderzen u. s. w. Es werden daher die Forschungen ganz besonders auf solche Eruptivmassen sich erstrecken müssen.

---

[1]) K. Dalmer. *Westerzgebirgische Granitmassivzone.* Z. f. pr. G. 1900, S. 287–313.

Besondere Anzeichen für das Vorhandensein von Erzlagerstätten.

Hat man einmal nach solchen allgemeinen Gesichtspunkten gewisse Gebiete ins Auge gefasst, so muss der Blick des weiteren auf besondere Anzeichen für das Vorhandensein von Erzlagerstätten gerichtet werden.

Besonders wichtig wird hier die Färbung der Erzausstriche sein können, wie sie sich nicht nur am von Natur anstehenden oder künstlich bei Schürfarbeiten blossgelegten Gestein zu zeigen braucht, sondern bereits an dem lockeren Verwitterungsboden in Form eines sogenannten Schweifes, d. i. einer unbestimmt wolkig begrenzten, mehr oder weniger langgestreckten, gefärbten Zone sich verrathen kann, in cultivirten Gegenden mitunter sogar noch im Ackergrund sichtbar wird. Nach dem, was S. 371 über den Eisernen Hut und seine höchst mannigfache Ausbildung gesagt worden ist, kann diese Färbung eine sehr verschiedene sein. Am häufigsten sind, und zwar bei ganz verschiedenartigen Lagerstätten, braun-rothe Färbungen. Wo Kupferverbindungen zugegen sind, können blaue, und noch häufiger, grüne Töne zur Entwicklung kommen, mehr gelbe bei Blei-, weissliche bei Zinkerzlagerstätten.

Auch die Bodenformen, welche die Ausstriche verrathen können, müssen beobachtet werden. Wo die Erzmassen wesentlich aus einer schwer angreifbaren Gangart, wie aus Quarz bestehen, werden die Ausstriche im Gelände als Erhöhung hervortreten, Gänge also besonders als oft weithin streichende Riffe oder Kämme sehr leicht ins Auge fallen. Herrschen dagegen leicht auslaugbare Gangarten, wie Carbonspäthe, oder besteht die Füllung fast ausschliesslich aus leicht zersetzbaren Erzen, oder handelt es sich endlich nur um Zerrüttungszonen des Gesteins, nicht um eigentliche Gänge, so werden im Gegentheil die Ausstriche Vertiefungen bilden, und in diesem Falle Gänge an Berggehängen oft mit Regenrinnen und Schluchten zusammenfallen, da die Gewässer sich in ihrer weichen Verwitterungsmasse ein Bett auswühlen konnten.

Mitunter wird auch der Pflanzenwuchs gewisse Anhaltspunkte geben können.

Die Pflanzenphysiologie kennt schon längst einige Pflanzenarten, deren Blütenfärbung und wohl auch sonstiger Habitus Veränderungen erleidet, wenn ihrem Nährboden gewisse Metallverbindungen zugesetzt werden. Die Gärtner verwenden z. B. einen Zusatz von Eisenoxyd, um besondere Farbenspielarten von Hortensia zu erzeugen. So giebt es nun auch in der Natur seltene Vorkommnisse von Pflanzenvarietäten, die auf gewisse Metalle enthaltende Standorte beschränkt sind. Leider bedürfen

wohl viele der hierauf bezüglichen in der Litteratur erwähnten Angaben noch sehr der kritischen Prüfung von botanischer Seite, einige aber scheinen ganz fest zu stehen.

Am bekanntesten ist das Galmeiveilchen oder die Kelmesblume, Viola lutea Huds. var. calaminaria Lej., die auf den Galmeiausstrichen Oberschlesiens, Westfalens und Belgiens, sowie auch in Utah sich findet.

E. Lidgey[1]) führt ausserdem noch folgende Leitpflanzen an: Auf Kalksteinböden mit Bleiglanzlagen wächst in Michigan, Wisconsin und Illinois Amorpha canescens, ein dem Indigo ähnlicher Schmetterlingsblüthler, auf thonigen Böden mit Bleiglanz in Missouri gedeihen Sträucher aus der Gattung Rhus und Sassafras. In Montana soll der Ausstrich von Silbererzen durch Eriogonum ovalifolium verrathen werden. Endlich soll nach S. B. Skertchly[2]) in Queensland die Caryophyllacee Polycarpaea spirostylis untrüglich einen Kupfergehalt des Bodens anzeigen.

Da Erzanhäufungen oft längs Verwerfungslinien sich finden, also längs der Grenze zweier häufig ganz verschiedenartiger Gesteine, wird zuweilen schon der Unterschied im Pflanzenwuchs, den dieses verschiedene Gestein mit sich bringt, mit herangezogen werden können. So findet man nach R. H. Stretch[3]) in Arizona auf Granit, Quarzit und anderen kieselreichen Böden eine eintönige Vegetation von Yucca, während die Thonschieferareale sich mit Ocotilla bedeckt haben, der Kalkstein dagegen und die kalkreichen Eruptivgesteine die Cactusarten anziehen. So wird in Californien nach demselben Autor die Verbreitungsgrenze der goldführenden Kiesbetten längs der Berggehänge im Frühling besonders gut durch gewisse weissblühende Sträucher gekennzeichnet. Diese lieben nämlich das Wasser, das an der Grenze von Kies und Grundgebirge auszutreten oder wenigstens den Boden feucht zu halten pflegt. Der offene Blick eines guten Beobachters wird daher auch die Pflanzenwelt berücksichtigen müssen.

Die letzterwähnte Beobachtung führt uns hinüber zu dem Indicium, das Quellen bieten. Jeder Brunnenbauer weiss, dass solche gern dort austreten, wo Spalten den Boden durchziehen, also können auch Gangausstriche durch Quellenzonen verrathen werden. „Ein jeder Gang hat sein eigenes Wasser" ist ein alter Bergmannsspruch. Mit-

---

[1]) Transact. of the Australas. Inst. of Min. Eng. Vol. IV. 1897. S. 116.
[2]) Gardiner's Chronicle. 11. Dez. 1897.
[3]) l. c., p. 152.

unter spülen aus Gangspalten austretende Quellen auch Eisenocker und andere metallhaltige schlammige Zersetzungsproducte heraus, sogenannte Guhren, die dann wichtige Anzeichen sind.

Viel sicherere Beweismittel für die Nähe von Erzlagerstätten sind natürlich Funde von verrolltem Material aus Erzlagerstätten, das der englisch sprechende Prospector „float“ nennt. Es findet sich theils im Schutt der Gehänge, theils im Geröll der Bach- und Flussbetten. Am meisten trifft man unter solchen verrollten Stücken die Lager- und Gangarten, seltener die Erze, oft sind aber wenigstens Spuren von Erz noch mit den Geröllen einer charakteristischen Gangart verwachsen. Der Quarz, besonders der an einem zerfressenen Aussehen gewöhnlich leicht kenntliche Gangquarz, muss besonders aufmerksam gesucht werden. Auch andere nicht metallische Mineralien werden dem, der die paragenetischen Verhältnisse der Erzlagerstätten kennt, wichtige Fingerzeige sein können. Man folgt den Bächen, die Quarz oder andere derartige Begleiter von Erzen führen, an ihrem Oberlauf bis dorthin, wo solche Stücken nicht mehr im Bette vorhanden sind, und sucht dort die beiderseitigen Gehänge oder die vielleicht felsige Rinne, die das Wasser eingegraben hat, nach dem vermuthlichen Gangausstrich ab. In ähnlicher Weise geht man an Gehängen so weit hinauf, bis die letzten Bruchstücke verdächtiger Beschaffenheit verschwinden. Hier hat man Aussicht an der oberen Grenze des Ausstriches zu stehen und kann danach seine Schurfgräben ziehen lassen.

Bei solchen Schürfversuchen auf Gängen ist es natürlich eine grosse Erleichterung, wenn man schon darüber orientirt ist, welches die vorherrschende Streichrichtung der Gangspalten einer Gegend ist. Der Prospector soll daher auch das Streichen und Fallen aller tauben Klüfte sorgfältig beobachten und registriren, um vielleicht aus seinen Beobachtungen eine allgemeine Regel für das Gangstreichen ableiten zu können. War solches vielleicht an den meist überall leicht zu überschauenden tauben Quarzgängen möglich, so wird er dann immer seine Schurfgräben möglichst quer zu diesem Generalstreichen zu ziehen haben. Gestatteten dagegen die Verhältnisse eine solche vorherige Orientirung nicht, so zieht man Schurfgräben in zwei beliebigen, auf einander senkrechten Richtungen.

Die Bedeutung der möglichst genauen Erkenntniss der Tektonik einer Gegend für das Schürfen nach schichtigen Lagerstätten haben wir schon auf Seite 57 hervorgehoben. Auch hier haben sich die Arbeiten immer möglichst quer zum Generalstreichen zu bewegen.

Dass der Erzsucher auch die Anzeichen älterer, vielleicht sogar prähistorischer Bergbauversuche eifrig als Anhaltspunkte zu benutzen hat, besonders alte Pingenzüge, ist selbstverständlich. Hierüber findet man das weitere in den Lehrbüchern über Bergbaukunde.

Eine besondere Abänderung erleidet das Verfahren des Prospectors, wenn es sich um die Auffindung von Seifen handelt.

Bei dem Suchen nach Gold, Platin und Zinnstein ist vor allen Dingen der Sichertrog oder die metallene Pfanne (goldpan, batea), daneben auch noch eine leicht transportable kleine Hornmulde (miners hornspoon) anzuwenden, die nur wenig Waschwasser bedarf, also auch für wasserarme Gegenden sich eignet. Man wäscht überall in den Fluss- und Bachbetten besonders die dunkelgefärbten, weil an Eisenerzen reichen Sandpartien durch, namentlich solche, die in Vertiefungen des Felsuntergrundes sich aufgefangen haben oder zwischen schwererem Geröll und zwischen Blockwerk liegen. Diese enthalten am ehesten die gesuchten werthvollen Bestandtheile, wenn überhaupt solche in dem Schwemmland vorkommen. Die meiste Aussicht auf Erfolg hat man an den convexen Seiten von Umbiegungen der Flussläufe oder dort, wo die Bäche in eine Thalweitung eintreten. Jedenfalls sind sehr viele Versuche zu machen, und auch wenn eine Sicherprobe erfolgreich war, bedarf es noch vieler anderer, um ganz sichere Resultate zu erlangen. Gewisse von uns früher aufgeführte Begleitmineralien werden hierbei schon vor Auffindung der eigentlichen gesuchten Substanzen die Gegenwart dieser letzteren verrathen: Chromit wird auf Platin, Zinnober auf Gold, Topas und Turmalin auf Zinnstein hindeuten können.

Geübte Prospectoren werden aus der Anzahl der Goldstäubchen, die in dem dunkelgefärbten schwersten Rest einer Pfanne aufleuchten (auch pintas oder colors genannt), Schlüsse auf den Reichthum der Seife ziehen, wohl auch durch ein möglichst einfaches Amalgamationsverfahren die dem Auge nicht sichtbaren Goldpartikelchen mit zu gewinnen suchen. Es werden daher vielfach auch die Gehaltsangaben von Goldseifen nicht auf die Tonne der Sand- oder Geröllmasse, sondern auf eine bestimmte Cubikeinheit bezogen, von der man weiss, wie viele Pfannen sie ungefähr enthält; in Californien z. B. auf 1 cubic yard = 150 pans, wobei 1 pan ungefähr = 25 lb. Auch pflegt man den Werth einer Seifenablagerung durch Angabe des Goldwerthes per Pfanne in landläufiger Münze zu taxiren, also z. B. zu sagen: „die Seife hält so und so viel Cents per Pfanne.“ Ist einmal der Seifencharakter einer Geröll- oder Sandablagerung erkannt, wird die nächste Aufgabe sein,

ihre tiefsten, gewöhnlich besonders reichen Lagen blosszulegen, unter Umständen auch durch Bohrungen mit Hohlbohrern u. s. w. sich ein Bild von der räumlichen Entwicklung und Aufeinanderfolge der metallreichsten Schichten zu verschaffen. Auch die oberste, gewöhnlich thonig zersetzte Lage des festen Felsuntergrundes muss auf das gesuchte Metall geprüft werden.

Bei einer solchen specielleren Untersuchung einer Seife wird man tiefer Schurflöcher nicht entbehren können, die nach einem bestimmten Plan, meist in Reihen quer zur Thalrichtung, angesetzt und auf einem Riss eingetragen werden.

Weiterhin wird man solche Thäler, worin Seifen gefunden wurden, aufwärts wandern, um die primären Lagerstätten aufzusuchen. Werden im Bachbett grössere und noch sehr wenig gerollte Fragmente von Quarz sichtbar, so wird man hier, weil vermuthlich dem Ziele nahe, besonders eifrig bei der Arbeit sein.

Auch wird man, wenn die jüngsten Anschwemmungen metallhaltig sind, die Untersuchung später auf ältere Flussterrassen ausdehnen müssen, besonders auf hochgelegene Grand- und Sandablagerungen aus altdiluvialer oder tertiärer Zeit. Nicht selten findet man solche unter einer schützenden Decke von Basalt erhalten. Basaltische Tafelberge auf Hochflächen, auf denen man solche alte Flussläufe vermuthet, müssen daher genau untersucht werden. Der Geübte erkennt sie an ihrer Form schon aus grosser Ferne.

Wo das Binnenland Seifen führt, wird mitunter auch die Prüfung der Sande am Meeresgestade Erfolg haben, wobei immer die schwärzlich gefärbten Partien in die Pfanne genommen werden müssen.

Eine besondere Art der Aufsuchung gestatten die Lagerstätten von Magneteisenerz und vielfach auch solche, die viel Magnetkies enthalten. Mit grossartigen Erfolgen bedient man sich namentlich in Schweden schon seit der Erfindung des schwedischen Bergkompasses durch D. Tilas im Jahre 1672, zu deren Auffindung der magnetischen Methode, die von R. Thalén Anfang der siebziger Jahre dieses Jahrhunderts wissenschaftlich ausgearbeitet, durch E. Tiberg wesentlich vervollkommnet worden ist. Die Beschreibung des Thalén-Tiberg'schen Magnetometers und seiner Anwendung wolle man in den unten[1]) citirten

---

[1]) R. Thalén. *Redogörelse för en ny method att medelst magnetiska mätningar undersöka jernmalmsfält etc.* Övers. Kongl. Vet. Ak. Förh. 1874. II. H. S. 5. Siehe auch IV. H., S. 7. VIII. H., S. 3. — E. Tiberg. *Om magnetiska mätningar vid jernmalmsfält medelst den magnetiska inklinationsvägen.* Jern-Kontorets Ann. 1884. S. 29—67. — H. Lloyd Smyth. *Magnetic Observations in Geological*

Schriften nachlesen. Dass die Methode durchaus nicht etwa nur für Eisenerze in nördlich gelegenen Gegenden anwendbar ist, beweist deren glückliche Durchführung durch K. Johansson im Erzrevier von Marbella, Estepona und El Pedroso im südlichen Spanien, neuerdings auch durch P. Uhlich mit ganz besonders empfindlichen Instrumenten bei der Nickelerzlagerstätte von Sohland in der Lausitz. Sie wird noch eine grosse Zukunft haben, und man darf sagen, dass im Thalén-Tiberg'schen Magnetometer für magnetische Eisenerzlagerstätten die Wünschelruthe in wissenschaftlicher Form ihre Wiedergeburt erlebt hat.

Probeentnahme für wissenschaftliche Zwecke.

Der Prospector, der eine Lagerstätte gefunden und die ersten bergmännischen Aufschlussarbeiten ausgeführt hat, wird bald auch zur Probeentnahme zu schreiten haben, deren Methode von der Probirkunde[1]) gelehrt wird, daher hier nicht berührt werden soll. Wohl aber sei hier einer Probeentnahme in anderem Sinne gedacht, derjenigen nämlich, die für eine wissenschaftlich geologische Beschreibung eines Erzvorkommens die Grundlage zu bieten hat, und für die leider noch so wenig Verständniss selbst unter sonst geschulten Bergleuten und Forschungsreisenden vorhanden ist. Folgende Regeln würden hierbei, soweit es möglich ist, zu beherzigen sein:

1. Man suche vor allem eine Skizze des Vorkommnisses, wenn auch vielleicht nur auf rohester topographischer Unterlage zu fertigen, auf der man mit Ziffern die Punkte einträgt, von denen die einzelnen Belegstücke stammen.
2. Die entsprechenden Ziffern werden den letzteren gleich mittelst fester Etiketten aufgeklebt, noch besser mit Zinnoberfarbe aufgepinselt, wenn dies angängig ist. Mit einem Ueberzug von

---

Mapping. Trans. Am. Inst. Min. Eng. Colorado M. Sept. 1896. — G. Nordenström. *Dans L'Industrie Minière de la Suède en 1897.* Stockholm 1897. p. 20 bis 30. Avec planches. — Th. Dahlbloom. *Ueber magnetische Erzlagerstätten und deren Untersuchung durch magnetische Messungen.* Uebers. von P. Uhlich. Freiberg 1899. — P. Uhlich. *Ueber magnetische Erzlagerstätten und deren Untersuchung mittelst des Magnetometers.* Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw., Freiberg 1899, S. 1—43 und *Weitere Beitr. zur Aufsuchung magnetischer Erzlagerstätten.* Ebendort 1902, S. 98—128, Taf. VII-XX. — Magnetometer können bezogen werden durch Mechaniker Berg in Stockholm und durch Mechaniker Pässler in Freiberg.

[1]) B. Kerl. *Probirbuch.* III. Aufl. 1894. S. 2ff.

gewöhnlichem Spirituslack macht man diese Ziffern noch unzerstörbarer. Genau ebenso nummerirte Zettel oder eine entsprechende Liste liegen bei.

3. Eine Profilskizze, und sei sie auch noch so einfach, ist immer beizugeben und mit entsprechenden Ziffern zu beschreiben.

Man sammle alsdann:

4. Proben der unzersetzten, in der Tiefe erschlossenen und der zersetzten, oberflächlich ausstreichenden Erzmasse;
5. frisches, in etwas grösserer Entfernung anstehendes und vielleicht noch zersetztes, unmittelbar angrenzendes Nebengestein des Liegenden und Hangenden in Handstücken und ausserdem noch kleineren zur chemischen oder mikroskopischen Untersuchung geeigneten Fragmenten;
6. desgleichen solche Belegstücke von Eruptivgängen oder -stöcken, die in der Nachbarschaft anstehen;
7. Petrefacten aus den versteinerungsführenden Schichten des Liegenden und Hangenden, wo solche vorliegen;
8. Proben von thonigen, lettigen und grusigen Massen, die mit der Lagerstätte in Berührung stehen, auf die übrigens auch die Probirer trotz ihrer Unscheinbarkeit nicht aufmerksam genug sein sollten (man denke an die silberreichen Letten vieler Vorkommnisse);
9. bei Seifen rohes und geschlämmtes bezw. angereichertes Material in Säckchen verpackt, wenn möglich, Proben des ganzen Seifenprofiles.

Eine kleine, aber gut ausgewählte und etikettirte Sammlung dieser Art kann mehr wissenschaftlichen und vielleicht auch praktischen Nutzen stiften, als eine grosse ohne Methode gesammelte und unzweckmässig bezeichnete oder verpackte Collection.

Erst, wenn eigentlicher Grubenbetrieb sich entwickelt hat, wird man endlich auch noch weiter gehende Wünsche zu befriedigen im Stande sein, und grössere Stufen aus der Lagerstätte, welche die Structur des Vorkommens und wo möglich beide Salbänder nebst Nebengestein zeigen, gewinnen können.

Sachregister.

H.

I.

N.

O.

V.

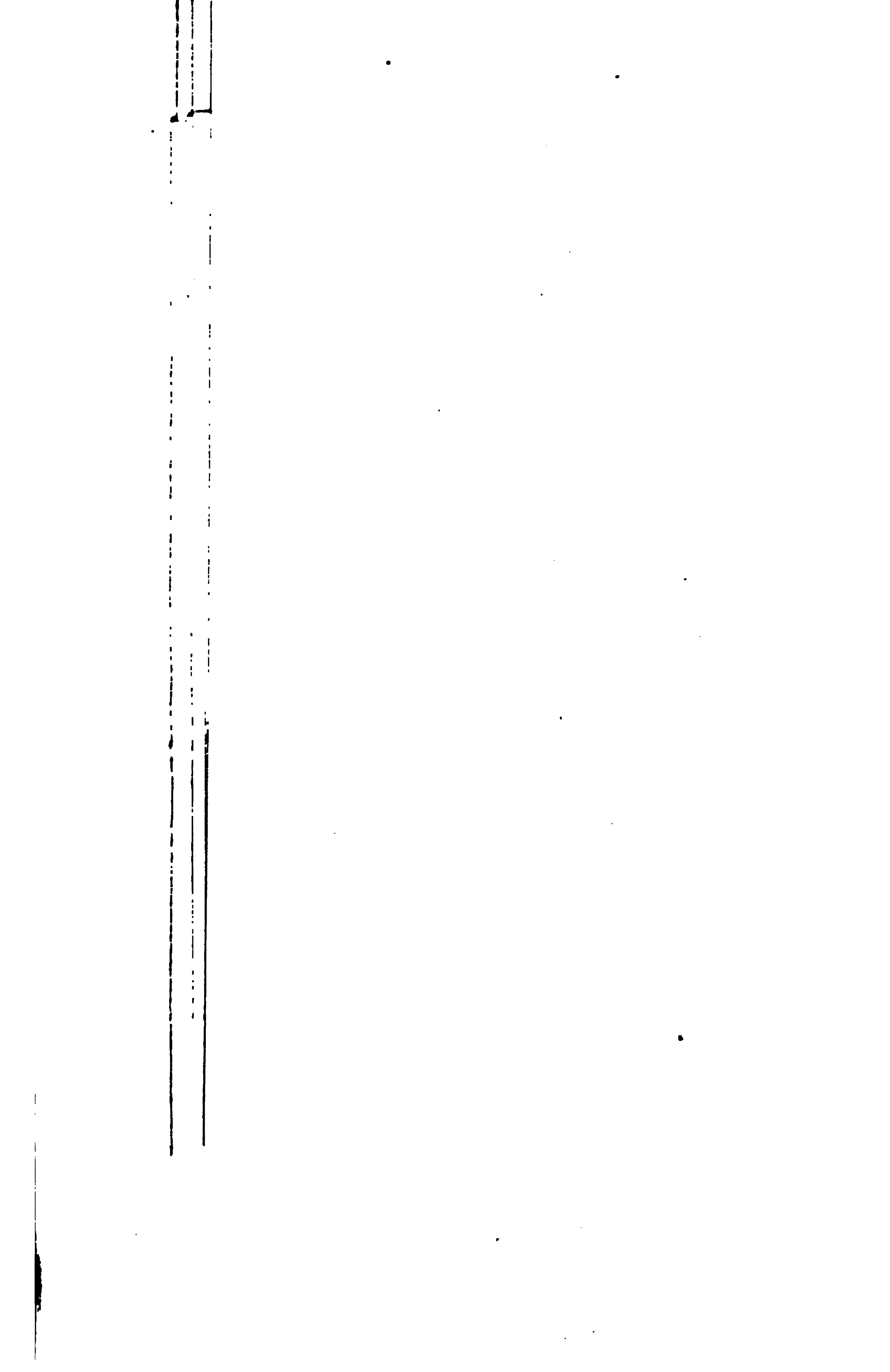
Ortsregister.

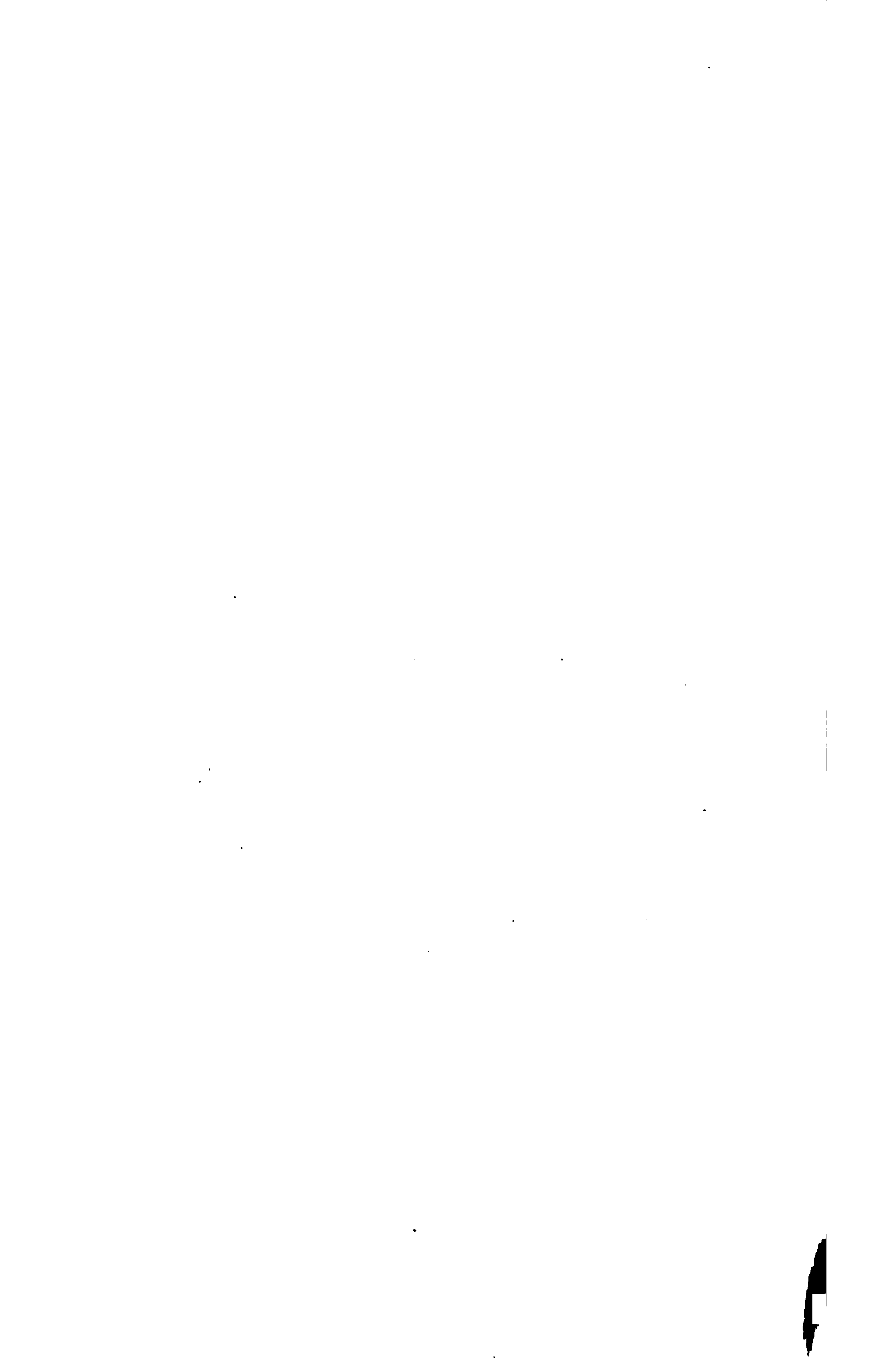
A.

J.

K.

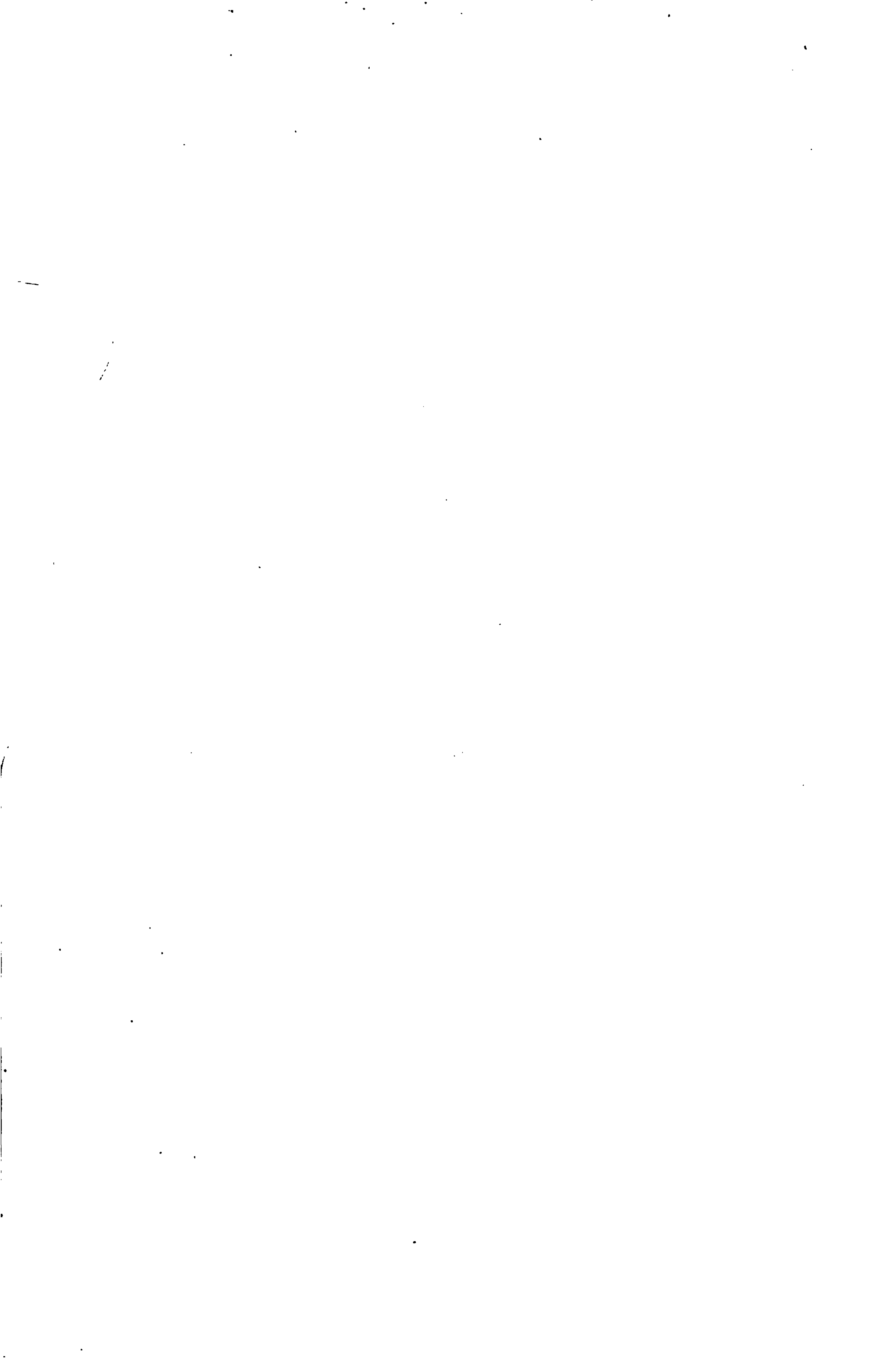
N.














TN263 .B35 1903
Lehre von den erzlagerstatten,
Kummel Library APO2
3 2044 032 907 701

TN 263. B35 1903

Beck, Richard

AUTHOR

Lehre von den erzlagerstätten.

TITLE

DATE DUE | BORROWER'S NAME

DATE DUE

GAYLORD

PRINTED IN U.S.A.

